

H. C. ØRSTED  
NATURVIDENSKABELIGE  
SKRIFTER

UDGIVET  
TIL MINDE OM  
21. JULI 1820

VOL. II



KØBENHAVN MCMXX





*H. C. Ørsted*

EFTER MALERI AF C. V. ECKERSBERG. 1822. PRIVATEJE



H. C. ØRSTED  
NATURVIDENSKABELIGE SKRIFTER  

---

SCIENTIFIC PAPERS



# H. C. ØRSTED SCIENTIFIC PAPERS

COLLECTED EDITION  
WITH TWO ESSAYS ON HIS WORK  
BY  
KIRSTINE MEYER  
NÉE BJERRUM



VOL. II  
*H. C. ØRSTED*  
SCIENTIFIC PAPERS 1808—1850

SOLD BY  
ANDR. FRED. HØST & SØN  
COPENHAGEN MCMXX



H. C. ØRSTED  
NATURVIDENSKABELIGE  
SKRIFTER

SAMLET UDGAVE  
MED TO AFHANDLINGER OM HANS VIRKE  
VED  
KIRSTINE MEYER  
f. BJERRUM



II. BIND  
*H. C. ØRSTED*  
NATURVIDENSKABELIGE SKRIFTER 1808—1850

I KOMMISSION HOS  
ANDR. FRED. HØST & SØN  
KØBENHAVN MCMXX



EDITED BY  
THE ROYAL DANISH SOCIETY OF SCIENCES  
AND PUBLISHED AT THE EXPENSE OF THE CARLSBERG FUND  
IN COMMEMORATION OF  
THE HUNDREDTH ANNIVERSARY OF THE DISCOVERY OF  
**ELECTROMAGNETISM**  
ON THE 21ST JULY 1820



UDGIVET AF  
DET KONGELIGE DANSKE VIDENSKABERNES SELSKAB  
OG BEKOSTET AF CARLSBERGFONDET  
TIL MINDE OM  
HUNDREDAARSDAGEN FOR OPDAGELSEN AF  
**ELEKTROMAGNETISMEN**  
21. JULI 1820

H. H. THIELES BOGTRYKKERI



*H. C. ØRSTED*

NATURVIDENSKABELIGE SKRIFTER 1808—1850

---

*H. C. ØRSTED*

SCIENTIFIC PAPERS 1808—1850





## FORSØG OVER KLANGFIGURERNE

AF H. C. ØRSTED, DOCTOR I PHILOSOPHIEN OG  
PROFESSOR I PHYSIKEN

---

(DET KONGELIGE DANSKE VIDENSKABERNES-SELSKABS SKRIVTER FOR AAR 1808. 5. DEELS 2 HEFTE. P. 31—64  
KJØBENHAVN 1810)<sup>1</sup>

De Figurer som fremkomme paa bestøvede Overflader, af elastiske Legemer, naar i dem opvækkes Toner, have allerede udbredt meget Lys over Lydens Theorie, men frembyde derhos saa mange hidindtil uforklarlige Særsyn, saa mange Spor af uopdagede Hemmeligheder, at Naturgrandskeren umueligt med Rolighed kan betragte dem. Jeg har ved en Række af mange hundrede Forsøg, stræbt, at komme noget nærmere paa Spor efter den indre Mechanismus, i disse mærkværdige Phænomener, og troer nu at have bragt mine Undersøgelser til det Punkt, at jeg tør vove at fremlægge andre Naturgrandskere dem til Prøvelse. Jeg troer med Billighed, at turde bede dem om, ikke at nøies med den blotte Giennemlæsning af de følgende Undersøgelser, men at de selv ville anstille de vigtigste Forsøg, hvorpaa jeg beraaber mig, en Begiæring, jeg saa meget mere tør haabe opfyldt, som Forsøgene hverken ere kostbare eller vanskelige.

Jeg sammenknytter denne Undersøgelse umiddelbart med de Opdagelser vi skyldte den skarpsindige *Chladni*, hvis Fortienester af Tonernes Physik har forskaffet ham en varig Plads i Naturvidenskabens Historie.

De sex første Figurer paa Side 13 forestiller nogle af de simpleste Klangfigurer, saaledes som *Chladni* selv har fremstillet dem i sin *Akustik*. Han frembringer disse paa Glasskiver, som han bestrøer med Sand eller stødt Marmor, hvorpaa han stryger dem med en Violinbue, saaledes at derved frembringes en Tone, hvilken da altid er ledsaget med en Figur. Forklaringen herover er denne:

Visse Steder af Tavlen er hvilende, medens de øvrige bevæge sig, Støvet kastes af de bevægede Steder hen paa de hvilende. De hvilende Steder, eller de saakaldte Svingningsknuder, ere altsaa dem som danne Klangfiguren. Understøtter man Tavlen i det

---

<sup>1</sup> [Findes tillige i »Journal für die Chemie, Physik und Mineralogie«. Herausgegeben von A. F. Gehlen. Bd. 8. P. 223—254. Berlin 1809].

midterste Punkt af hver af Sidelinierne, som i Fig. 1 ere betegnede med  $a$ ,  $b$ ,  $c$  og  $d$ , saa forblive de rette Linier imellem disse Punkter  $ad$  nemlig og  $bc$  i Hvile, hvilken Tone man end frembringer paa Tavlen. Stryges den nær ved Hiørnet  $e$ , saa fremkommer Fig. 1, stryger man derimod nærmere  $b$  end  $e$ , saa fremkommer Fig. 4. Man kan lade et af Punkterne, f. Eks.  $c$ , være uunderstøttet og Udfaldet bliver det samme, fordi den hvilende Linie  $bc$  allerede bestemmes ved  $b$ , og de to andre Punkter  $a$  og  $d$ . Er Tavlen (som i Fig. 2) understøttet i Hiørnerne, og man stryger i Midten ved  $e$ , saa ere Diagonalerne  $ad$  og  $bc$  hvilende Linier; og danne Klangfiguren. Stryger man derimod nærmere  $c$  eller  $d$ , saa erholder man atter den fjerde Figur. Holder man Tavlen i Midten imellem to Fingre, saaledes at Kanten ingensteds rører Haanden, saa erholder man den første Figur, naar man stryger paa et Hiørne og den anden naar man stryger paa Midten. Heraf seer man hvad desuden er let at begribe, at ikke hele Tavlen kan svinge paa een Gang, naar den holdes i Midten. Man betragte kun den anden Figur. Naar denne stryges i  $e$ , saa bøies Kanten der stærkest frem og tilbage, og derimod mindre og mindre, jo nærmere man kommer Hiørnerne  $c$  og  $d$  hvor Svingningen kan ansees for Nul. Svingningen er altsaa her gandske den samme, som om Hiørnerne selv vare understøttede, ligesom ogsaa omvendt Midtpunktet er hvilende, naar Hiørnerne ere understøttede. Den samme Slutnings Maade lader sig let anvende paa de øvrige Figurer. Stryges Tavlen i Figur 1, i  $e$ , eller nær derved, saa maae den rette Linie imellem  $b$  og  $d$  sammenlignes med  $cd$  i Fig. 2, og paa samme Maade maae den rette Linie imellem  $b$  og  $d$  betragtes i Fig. 5. Kort alle disse, og de øvrige Figurer, forklares af det Grundexperiment, at naar en aliquot Deel af en spændt Stræng er understøttet i et af sine Endepunkter, og da anslaaes til Tone, saa zittre enhver af de andre aliquote Dele med, som om de ogsaa vare understøttede, dog saaledes i afvejlende Orden, at mellem hver svingende Deel bliver et Hvilepunkt, en Svingningsknude. Dette er omtrent den Forestilling man hidindtil har gjort sig om Klangfigurerne. Til denne er det at jeg vil knytte mine følgende Undersøgelser.

Det ligger i Naturens Uendelighed, at ingen Iagttagelse kan opdage alt det som ligger i et Forsøg. At forstaae et Forsøg gandske fuldkomment, vilde være det samme som at have fundet Nøglen til hele Naturen. Det kan altsaa heller ikke lægges Klangfigurerne



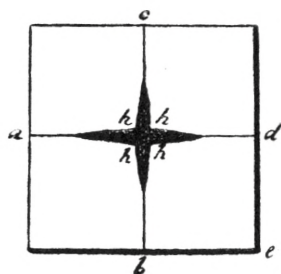


Fig. 1.

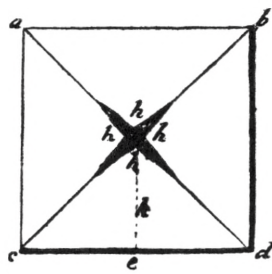


Fig. 2.

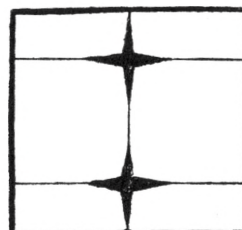


Fig. 3.

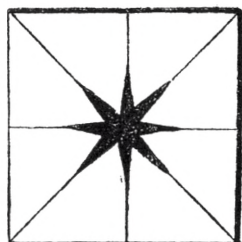


Fig. 4.

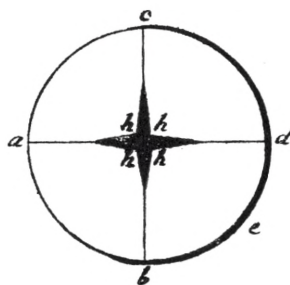


Fig. 5.

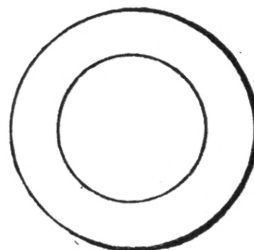


Fig. 6.

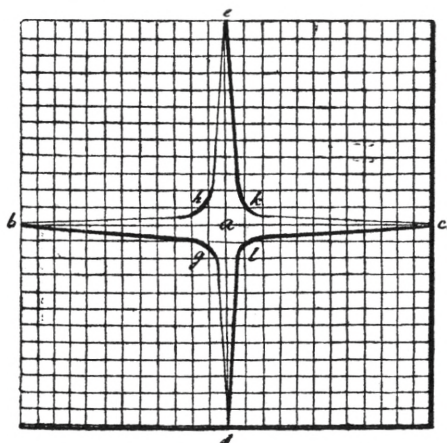


Fig. 7.

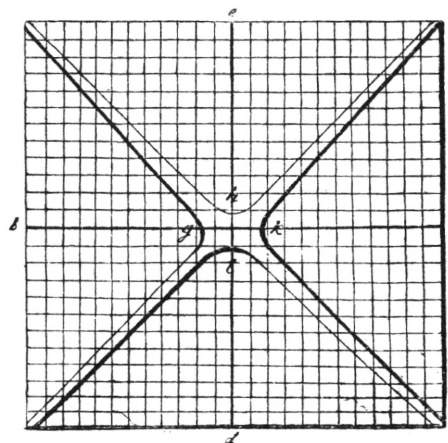


Fig. 8.



skarpsindige Opdager til Last, om han ikke har iagttaget alt det i sine Forsøg, som virkeligen ligger deri. Har ikke selv *Newton* i sine mesterlige Undersøgelser, angaaende de prismatiske Farver, overseet adskillige vigtige Særsyn, som ligeledes giennem et heelt Aarhundrede undgik hans Efterfølgeres Opmærksomhed, indtil *Herschels*<sup>1</sup> og *Ritters* Forsøg oplyste os derom. Jeg anmærker dette, af skyldig Opmærksomhed for en Mand, som Videnskaben har at takke for et saa betydelig Fremskridt, og haaber, efter en saadan Erklæring, desto friere at torde modsige eller berigtige min Forgiænger. Jeg tør dette saa meget mere, som her, i det Hele taget, langt mere handles om en Udvidelse end om en blot Berigtigelse.

Efter den Maade hvorpaa *Chladni* aftegner sine Figurer, hvoraf sees en troe Copie i de 6 første Figurer, skulde man troe at Figurerne 1 til 5 bestode af rette Linier som skiære hinanden. Dette er ikke Tilfældet i Virkeligheden; *ahb*, *ahc*, *chd*, *bhd* (Fig. 1, 2, 5) ere ikke, som det synes, Vinkler, men Hyperboler, som møde hinanden. De Vinkler, som sees i Fig. 3 og 4, ere ligeledes i Virkeligheden Hyperboler, som have modstaaende Toppunkter. Man seer disse Figurer aftegnede efter Virkeligheden i Figurerne 9—16.

For at fremstille disse Figurer i deres største Renhed, understøtter jeg ikke Tavlen i et af Skiæringens Punkterne, som *Chladni* pleier men i Kanterne. I Fig. 1 og 2 lægger jeg f. Ex. *a* paa Tommelfingeren, *d* paa Mellemfingeren og *b* paa den næst sidste Finger, hvorpaa jeg stryger ved *e*. Holder man Fingeren i Midtpunktet, saa seer man kun at Klanglinierne ere afbrudte, men man opdager ikke det sande Forhold. Selv i Figurer, hvor der findes flere Sammenstødspunkter, troer man dog at Størrelsen af den Flade, hvori Linierne mødes, kommer deraf at den corresponderende Flade man havde dæmpet var saa stor.

Jeg benytter mig i Almindelighed af Metalskiver i Stedet for Glas. Disse ere ikke udsatte for at synderbrydes, de kunne lettere erholdes regulære, og de vedligeholde længere Klangen end Glasskiverne. Paa en Metalskive kan man derfor erholde en meget skøn Figur, naar man strøer Sand paa Skiven efterat Tonen allerede er frembragt. Jeg finder ikke at Sandet er det tienligste Middel til at fremstille Klangfigurerne. Det har en betydelig Elasticitet og springer derfor i en Hast fra et Sted af den zittrende Tavle til et andet. Heraf kommer det, at man ved dette Middel

<sup>1</sup> [o: Herschel].

frembringer Figurene med en Hastighed som var de fremkaldte ved en Tryllestav, hvilket vel forlyster Øjet, men ikke tillader Undersøgeren at iagttage Virkningens Natur. Jeg benytter mig derfor hellere til disse Forsøg af fiin Jernfilspaan, af Metalkalke, af Hexemeel o. s. v., alt efter det forskiellige Øiemed. Hver af disse Pulvere har sine eiendommelige Fordele. Hexemelet viser, som vi i det følgende skal faae at see, fuldkommenst enhver Deel af Phænomenet, baade ved at gjøre Oscillationer kiendelige, som slet ikke antydes ved andre Pulvere, som ogsaa ved at vise dem saa langsomt, at Øiet beqvemt kan følge dem. Til hastige Forsøg derimod, og hvor man blot vil bestemme Totalsvingningernes Natur, ere de andre Pulvere at foretrække. Sandets Elasticitet gjør det især skikket til de allerhastigste Forsøg, og frem for alt hvor man vil forlyste Øjet. Fiin Jernfilspaan giver meget regelmessigere Resultater. Pulveriseret Blye er af alle tungere Pulvere det fortrinligste, fordi det giver Linierne med en Skarphed som intet andet Pulver. Dets Tyngde og Mangel paa Elasticitet gjør at det nøiagtig bliver liggende hvor det falder. Uagtet denne Fordeel har jeg dog ikke tit benyttet mig af dette Pulver, fordi jeg tydeligt kunde mærke, at jeg fik noget i Mund og Næse, hvilket kunde frembringe skadelige Følger.

Jeg vil begynde med at vise hvad man opdager ved Hielp af de grovere Pulver. Uagtet det grovere Støv hurtigere sættes i Bevægelse end det finere, saa danner Klangfiguren sig dog ikke ved et Strøg, med mindre dette skulde være overordentligt stærkt, og Skiven meget elastisk. I Fig. 9 seer man en saadan Klangfigur efter første eller andet Strøg. I den anden Figur seer man den derimod fuldendt. Man seer altsaa, at Hyperbolernes Toppunkter nærme sig hinanden mere og mere ved de gientagne Strøg, dog bringer man aldrig Buerne til gandske at forsvinde. I Fig. 11 seer man atter en begyndende Figur, i Fig. 12 derimod en fuldendt. Fig. 15 er atter en begyndende Figur, Fig. 16 en fuldendt. Fig. 13 og 14 ere i Begyndelsen alt for utydelige, og fremstilles derfor kun fuldendte. Et Øjekast viser let til hvilke af de *Chladniske* Tegninger paa Side 13 enhver af dem svarer.

De Klanglinier, som svare til Fig. 1, 2 og 5 har jeg i Særdeleshed nøie udmaalt. Jeg bruger dertil en kvadratisk Messingskive af 4 Tommers Sidelinie og af næsten en Linies Tykkelse. Ved Linier, parallele med Siderne, er den inddeelt i 1600 Quadrater. Naar Figurene 9 og 10 frembringes derpaa, saa ere de Linier som dele



to modstaaende Sider i to lige Dele Asymptoter, og deres Overskiærings Punkt, disses Begyndelse. Dette er forestillet i Fig. 7 hvor *ab*, *ac*, *ad*, *ae*, ere Asymptoter til de ligesidede Hyperboler *bhe*, *bgd*, *cke*, *cld*. De Linier som staae lodrette paa Asymptoterne maale Afstanden mellem disse og de hyperboliske Linier. Vel angive kun disses Afdelinger Afstandene i Linier; men med nogen Øvelse er det meget let, ved det blotte Øiemaal at bestemme halve og fjerdedeels Linier, ja vel endnu mindre Dele. Hvor Afstandene blive mindre end en Linie, kan vel Maalet ikke falde saa nøiagtigt ud, men der hvor dette finder Sted, komme Hyperbolens Been allerede den rette Linie saa nær, at man kan ansee dem parallelle med Asymptoterne. Man finder i øvrigt overalt, hvor Maalet kan erholde den behørig Nøiagtighed, at de Linier som forestille Ordinatorerne staae i omvendt Forhold til Abscisserne, saaledes som Hyperbolens Natur medfører det. I Fig. 8 ere *bc* og *de* Hyperbolernes Axer, og de Linier som staae lodrette paa hver ere Ordinatorer for de tilhørende Hyperboler. Man kan altsaa let bestemme om Quadraterne af Ordinatorerne forholde sig som Producterne af Afstandene fra Hyperbolens Toppunkter. Figurerne 15 og 16 har jeg frembragt paa Glas, og derpaa udmaalt dem, ved at lægge Skiven over den inddeelte Metalplade. De øvrige har jeg undersøgt ved at lægge Hyperboler, som vare udskaarne i Papiir derover, og altid fundet den hyperboliske Form i Klanglinien. Dog maae jeg tilstaae at denne sidste Methode er mindre nøiagtig. Jeg agter derfor i nærværende Afhandling at holde mig til hine nøiere bestemte Figurer; hvilke tillige udtrykke de meest enkelte Tilfælde, og lover i Fremtiden, at levere Undersøgelser over de mere sammensatte Forhold, hvilke naturligviis maae finde deres Forklaring af de mere enkelte.

Da jeg ønsker at disse Forsøg maatte vorde gientagne af Mange, saa vil jeg til den allerede temmelig udførlige Beskrivelse endnu føie nogle Bemærkninger. Støvlinierne dannes sielden saa fuldstændigt i disse Forsøg, at man kan bestemme hvert et Punkt deri. Især hænder det meget ofte at lidt Støv er blevet klæbende paa Steder af Tavlen, hvor man ikke veed om man skal henføre det til Figuren eller ei. Ligeledes hændes det ofte, at der ikke er Støv nok paa ethvert Sted af Overfladen, saa der kommer afbrudte Steder i Figuren, man maae derfor rense Tavlen meget vel førend man bestrøer den. Toppunkterne af Hyperbolerne erholdes vanskeligst



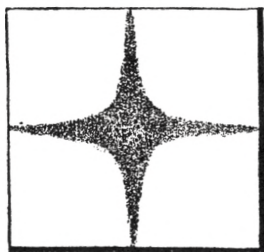


Fig. 9.

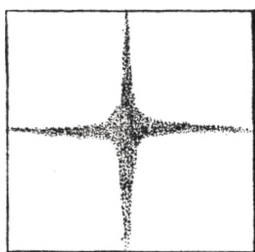


Fig. 10.

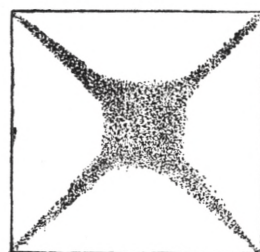


Fig. 11.

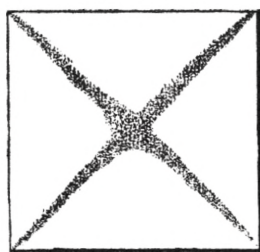


Fig. 12.

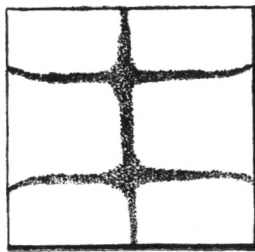


Fig. 13.

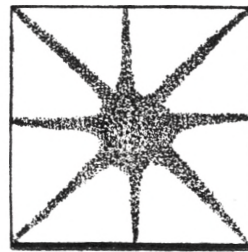


Fig. 14.

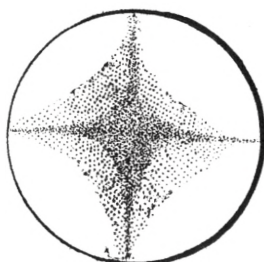


Fig. 15.

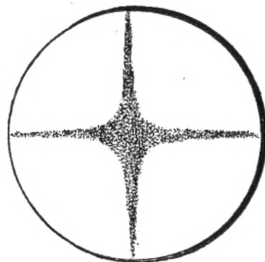


Fig. 16.

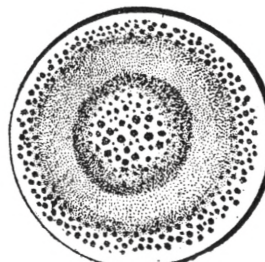


Fig. 17.

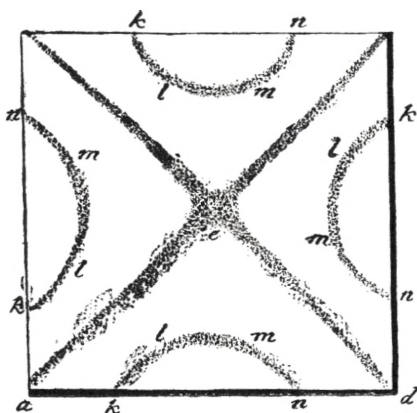


Fig. 18.



Fig. 19.

fuldstændige, naar Tavlen er jevnt bestrøet; men naar man bestrøer den noget tykkere i Midten saa opnaaer man bedre Hensigten. Da Metaltavlen ved sin Glands blænder, især da det er nødvendigt at oplyse den vel, for at bemærke Støvliniernes Grændser, saa kan man anvende følgende Kunstgreb: man bestøver Tavlen med Hexemeel efter at Figuren er frembragt ved et grovere Pulver, vender Pladen om og slaar sagte derpaa. Det grovere Pulver vil da falde af, og det finere Hexemeel vil blive tilbage. De blanke Metallinier fremvise altsaa klart, og med temmelig Skarphed, Klangfigurerne. Meget ofte viser kun den ene Klanglinie sig med fuldkommen skarpe Træk, men man kan da udmaale denne, og anvende det Opdagede paa den ligeoverfor staaende Deel, hvor man vil finde Maalet passende paa de Steder, hvor Undersøgelsen er muelig. Undertiden er det vanskeligt at bestemme Toppunktet, uagtet Figuren ellers er temmelig skarpt begrændset. Man gjør derfor bedst, før Undersøgelsen, at beregne Ordinaterne for forskiellige Afstande mellem Toppunkterne, som kunde forekomme paa Tavlen. Man kan da let af nogle faa Ordinaters Størrelser og Afstande fra Toppunkterne bestemme, hvilken Afstanden mellem Toppunkterne er. Den blotte Mathematiker vil maaskee finde, det som jeg her har angivet for omstændeligt; men jeg tør forsikre at man i Praxis vil finde sig vel ved denne Methode, fordi den gjør Bemærkningerne over de ofte sløvtbegrændsede Figurer meget lettere.

Efter alle disse Bemærkninger troer jeg vel at turde skride til Forklaringen over Grundphænomenet, hvortil jeg vælger den Figur som fremstilles under Fig. 2. Da Punkterne *a*, *b*, *c* og *d* ere understøttede, saa ere og Linierne *ad* og *cb* hvilende, følgelig sættes kun et triangelformigt Rum, som *chd*, paa eengang i Bevægelse. Hvorledes denne Triangels Bevægelse gientager sig i de øvrige, skal endnu ikke her forklares. Naar *cd* nu stryges i *e*, saa bøjer den sig, og svinger, lig en anslaaet Stræng. Som denne Side bøjer sig saaledes bøjer sig hele Fladen *chd*. Jo nærmere Delene er Knudelinierne, jo mindre maae deres Svingningsbuer være, og i den største Nærhed ville de være saa svage, at de ei formaae at afkaste Støvet. Dersom alle med *cd* parallelle Dele, i Fladen *chd*, bøjedes ligemeget, saa vilde den derved frembragte Støvlinie overalt være lige breed; men da Svingningsbuerne maae forholde sig som Afstandene fra *he*, saa maae ogsaa Størrelsen af de Dele, som ikke kunne afkaste Støvet voxe i samme Grad, som Afstandene fra



*h* aftage. Det er: om de hvilende Linier maae danne sig en Støvflade, hvis ydre Grændsers Afstande fra disse Linier staae i omvendt Forhold til Afstandene fra Skiæringspunktet *h*. Støvfladernes Grændser ere altsaa Hyperboler, og de egentlige Knudelinier ere disses Asymptoter. Man kan ogsaa indsee det samme paa en anden, om mueligt, simplere Maade. Fladen *chd* bliver nemlig, ved at bøies, til en Kegleoverflade. Men den Spidsen *h* nærmeste Deel kan ikke bøies saa stærkt, at den kan afkaste Støvet; altsaa dannes kun den nederste Deel af Keglefladen, hvoraf *chd* er Giennemsnittet. Dette Giennemsnit maae efter Keglens Natur og Svingningsbuernes ringe Omfang være en Hyperbol.

I Almindelighed har jeg iagttaget, at de to Hyperboler, som dannes i en Figur som 8, ikke have lige Afstand imellem deres Toppunkter, men at Linien *gk* f. Ex. er længere end *hl*. Heraf kommer den tilsyneladende Irregularitet i de første Figurer paa Side 17, hvor dog Fig. 12 og 13 fremstiller den noget for stor. Denne Omstændighed synes at reise sig af en Ulighed i Fladen, thi paa samme Tavle forekommer denne Forskiel altid i samme Stilling, enten jeg stryger i *c* eller *d*.

Hidindtil have vi intet Hensyn taget paa en Deel af Svingningerne som nødvendig maae frembringe nogen Uregelmæssighed i Hyperbolens Form, omendskiøndt Indflydelsen heraf ikke mærkes paa de mindre Plader. Ligesom en elastisk Fieder, hvis ene Ende er befæstet, naar den anden Ende drages op eller ned, ikke blot svinger frem og tilbage om sit Bevægelsespunkt, men tillige bøier sig, saaledes maae ogsaa *chd* Fig. 2, bøie sig noget i Retningen *eh*. Det Punkt *k* i denne Linie, som i et Øjeblik er Stedet for den største Udhvelvning (Convexitet) vil i det næste Øjeblik være Stedet for den største Indhvelvning (Concavitet). Paa dette Sted vil altsaa opstaae en Vexelvirkning, som der vil sammendynge større Støvmasser. Disse sees tydelig ved *abc* og de tilsvarende Steder i Fig. 21, og desuden i enhver Figur som frembringes med et Pulver, som har nogle finere Dele, hvilke altid samles der. Denne Virkning forplanter sig imidlertid ikke tillige hen til de hvilende Linier; hvilket ligeledes kan sees i Fig. 21.

Paa kvadratiske Glasskiver, af 8 Tommers Sidelinie, viser denne Vexelvirkning sig stærkere, og danner en bestemt Figur, hvor, paa Plader af 4 Tommers Side, blot samledes en Støvhob. Dette sees paa Figur 18 hvor Linierne *klmn* forestille denne Figur. De have

megen Lighed med Ellipser; men ere gemenligen ved *l* eller *m* mere bøiede end denne krumme Linie. Dog har jeg fundet, at denne Uregelmæssighed ofte er meget liden. Jeg troer at den egentligen kommer deraf, at en saa stor Plade maae holdes af to Personer, medens den tredie stryger, hvilket ikke kan andet end give Anledning til nogen Ulighed. Naar man ikke holder paa alle fire Kanter, men har dæmpet de tre, saa er denne Ulighed stor nok til at frembringe meget betydelige Bøininger i Hyperbolernes Been, saaledes som de sees i Hyperbolen *aed* og de øvrige i Figur 18. Naar Tavlen holdes regelmæssigst bemerkes disse Krumninger, saavel som Uregelmæssighederne i de elliptiske Figurer mindst. Jeg har altsaa Aarsag til at troe, at de gandske ville forsvinde, naar Pladen kunde have fuldkommen eens heelt igiennem, og naar Understøtningen overalt var fuldkommen lige. Jeg agter til videre Forsøg at anskaffe mig en hertil passende Indretning, ved hvis Hielp jeg da ogsaa nærmere kan bestemme de elliptiske Figurers Natur, og afgjøre om de ere fuldkomne Ellipser eller ikke. Til den Tid vil jeg ogsaa tilbageholde Theorien om dette Forhold; thi vel er det let at see, at Figuren som frembringes ved denne Leilighed maae være Keglesnit; det er endog meget naturligt at disse kunne gaae giennem Keglens Axe, og altsaa være Ellipser, men over disses Stilling forefalde endnu adskillige Betragtninger, som jeg ønsker ved Experiment at prøve, førend jeg forelægger dem offentligen. Paa den store Plade finder jeg desuden Anlægget til en ny Figur, som sikkert vil forekomme i en endnu større Flade.

Man kan tænke sig alle Keglesnittene frembragte ved Klang. Dersom en Skive med en gandske fuldkommen Elasticitet kunde forene en Bøielighed saa stor, at ingen Modstand fandt Sted, saa vilde Støvlinierne i en saadan falde sammen med de absolut hvilende Linier, og altsaa danne Triangler. Enhver seer at dette Tilfælde blot er tænkeligt, at man kun i Virkeligheden erholder ufuldkomne Nærmelser hertil. Hyperbolen er det Snit som sædvanlig frembringes; men intet hindrer, at jo Snittet kunde gaae parallelt med den modsatte Side af Keglen, og saaledes danne en Parabol, eller skiære Axen lodret eller skraat, og derved frembringe en Cirkel eller Ellipse. Især kunne de sidste Tilfælde lettest indtræffe i de Figurer, som opstaae ved den ovenomhandlede Modvirkning. Paa meget store Skiver formoder jeg, at man vil finde alle Keglesnittene i forskiellig Afstand fra Midtpunktet.



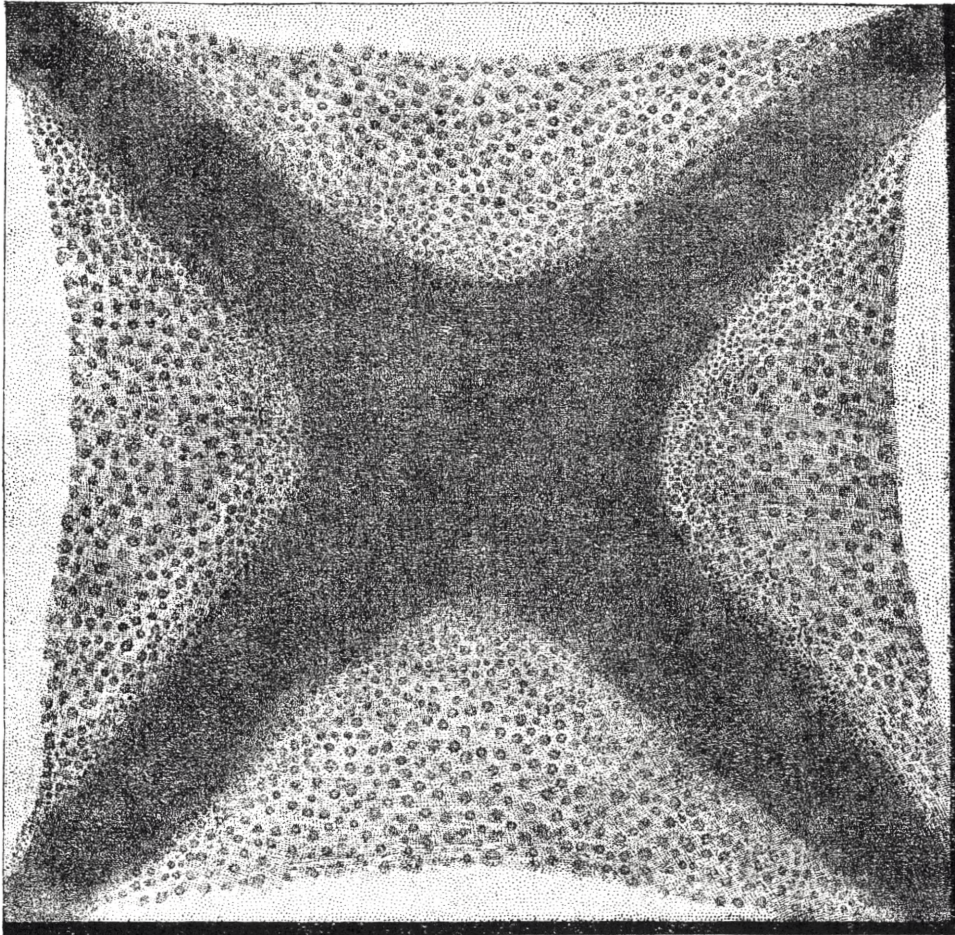


Fig. 20.

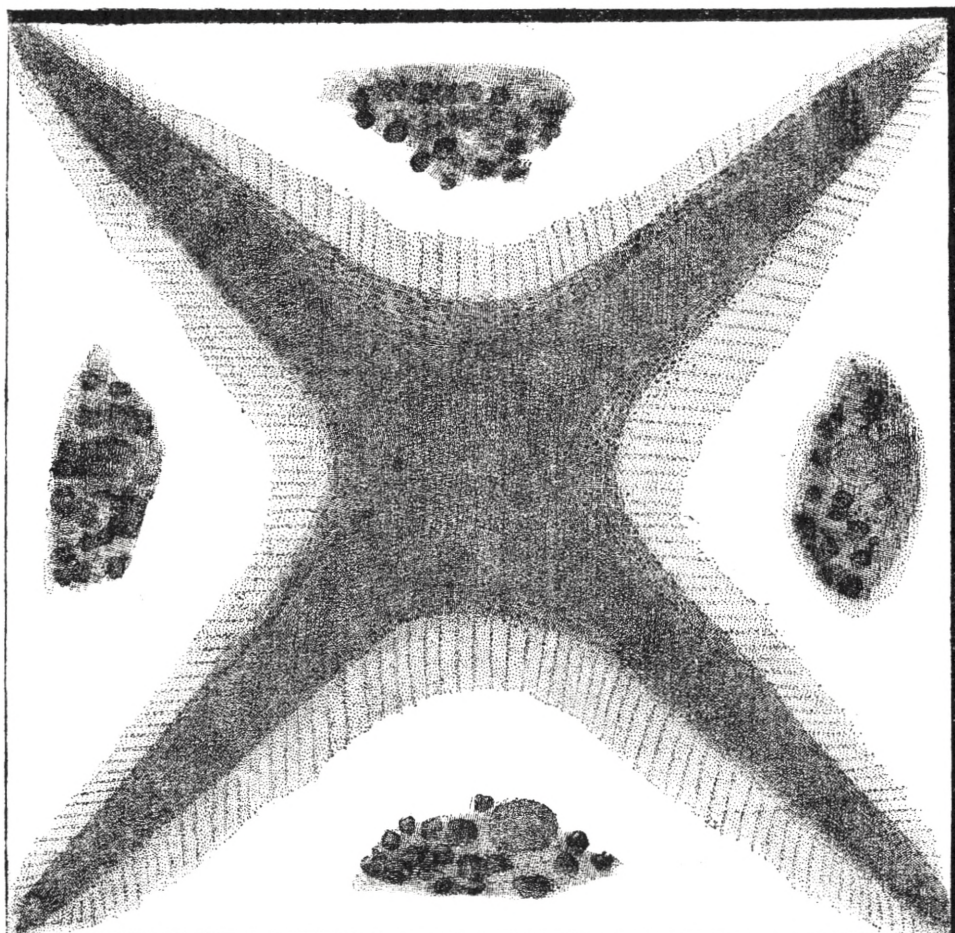
Saa vidt føre os Iagttagelser over Klangfigurerne frembragte ved tunge og grovere Pulvere; tager man derimod et saa fiint Støv som Hexemeel, saa opdages endnu en Mængde Phænomenener, som før aldeles ikke viste sig. Ved det første Strøg opstaaer en Mængde smaae Ophøininger, som alle bevæge sig hen mod de hvilende Linier, ved hvert Strøg gaar de videre, indtil de danne en Figur af samme Omrids som det man erholder ved de grovere Pulvere. Fig. 20 forestiller en saadan Figur efter første Strøg, og Fig. 21 viser samme fuldendt. Enhver seer let at de svare til Fig. 2 og Fig. 11 og 12. Det er tydeligt, at alle disse her frembragte Støvophøininger danne Hyperboler, hvis Toppunkter ved hvert Strøg nærme sig mere og mere, indtil deres Afstand endeligen ikke kommer til at udgiøre mere end  $\frac{1}{8}$  eller  $\frac{1}{10}$  af hele Tavlen's Giennemsnit.



Førend jeg gaaer over til at vise alt hvad der ligger i disse Forsøg, er det først nødvendigt at undersøge de mindre Støvfigurers Natur.

Vel er det klart at de antyde mindre Svingninger, hvorpaa man før ikke har været opmærksom i de faste Legemer; men hermed vide vi endnu kun meget lidet om dem. De foregaaende Betragtninger have allerede viist, at den Handling, hvorved man frembringer Klangfigurerne, er langt fra at være saa enkelt, som den ved første Øiekast kunde synes. Man frembringer derved aabenbar en Bevægelse i flere forskellige Retninger, eller rigtigere, man virker paa alle Legemets Dimensioner i samme Tid. Jeg har desaarsag forsøgt Virkningen af mere enkelte Sammenstødningsmaader. Jeg tager en kvadratisk Plade af Glas eller Metal, bestøver den med Hexemeel, og holder den paa samme Maade som ved Frembringelsen af Klangfigurerne; derpaa tager jeg en Lineal, og slaar med dens skarpe Kant paa det midterste Punkt i en af Sidelinierne, saa stærkt jeg kan, og saaledes at Slaget falder gandske lodret paa Linien og gaaer parallel med Skivens Overflade. Herved samler Støvet sig i Linier, som ere parallelle med Stødets Retning. I disse Linier bemærker man atter adskillige Ophøininger og Fordybninger. Slaar man sagte, saa giver Forsøget ikke samme Udfald, men danner uregelmæssig bølgede Linier, omtrent parallelle med den slagne Side. Samme Udfald giver Forsøget, naar man slaar en heel Kant paa een Gang med den jævne Side af Linealen, kun viser alt sig derved mere regelmæssigt.

Forklaringen over disse Forsøg er uden Tvivl følgende: I det første var Stødet kun rettet mod et Punkt, men da det ikke er muligt at meddele Legemet dette Stød i et virkeligt mathematisk Punkt, saa erholder en vis endelig, skøndt meget liden Deel Stødet, hvilket, som enhver veed, ikke kan udbrede sig giennem det hele Legeme i et Øieblik. Paa denne Deels Sammentrykning maae, i Følge Elasticitetens Love, følge en Udvidelse, hvorved Nabodelene sammentrykkes, og derpaa ligeledes udvide sig, hvorved denne Bevægelse endelig meddeles giennem hele Legemet, og det i en Tid, som i Almindelighed er saa kort, at vi ei formaae at skielne dens Dele. Men i det alle Delene saaledes komme i Bevægelse, at enhver just maae udvide sig, naar Nabodelene sammentrækkes, saa hvile naturligviis de Dele, som ligge imellem to saadanne Bevægelser, og paa disse henkastes Støvet. I den Retning, hvori Stødet meddeles, er naturligviis Hastigheden størst, og desaarsag følge Afvexlingerne

Fig. 21<sup>1</sup>.

desto snarere paa hverandre, saa at man ikke bemærker saa store Mellemrum mellem dem som mellem de til Siderne gaaende. Derfor synes Støvet ordnet i Linier. At man ved at slaae paa den hele Sidelinie af Qvadratskiven erhoder Bølge-Linier, som ere parallelle med den slagne Side, behøver nu neppe nogen videre Oplysning. Kun at Linierne ikke ere lige, kunde sætte os i Forundring, naar vi ikke vidste at Legemernes Kanter ere ujevne. Jeg maae overhovedet tilstaae, at jeg ikke engang har søgt at forskaffe mig Skiver med fuldkommen jevne Sidelinier, eller fuldkommen jevne Linealer til at slaae med, i disse Forsøg. Den Omstændighed, at man, ved at slaae temmeligt sagte paa et Sted af Skivens Rand, erholdt det

<sup>1</sup> [Ved den nederste isolerede Støvhob mangler Bogstaverne *abc*. Derimod findes de i den tyske Afhandling, nævnt S. 11.]



samme Udfald, som naar man slog paa en heel Rand, lader sig let forstaae, naar man tager i Betragtning, at Bevægelsen da er i Stand til at udbrede sig til hele Kanten, saaledes at den uden mærkelig Feil kan ansees for at have faaet en eneste Bevægelse, hvormed den da virker paa alle de øvrige Dele. Ligger ikke Stødets Retning i den bestøvede Overflade, men falder, det være sig enten lodret eller skiævt derpaa, saa erholder man lutter smaae Ophøininger, som ikke mere ere fordeelte i Linier. Det er aabenbart, at her, til de før omtalte Bevægelser, endnu kommer en nye, nemlig en zittrende Bevægelse, i Retningen op og ned ad. Det er vel i Almindelighed klart, at disse Ophøininger maae opkomme ved Foreeningen af den op- og nedgaaende zittrende Bevægelse, med den som foraarsager Støvlinierne, men den bestemtere Forklaring herover, tiltroer jeg mig ikke her at give.

Det er ligegyldigt, naar man vil frembringe den her omtalte Bevægelse, enten man slaaer paa Kanten af Glasset, eller man slaaer paa et andet Sted af Overfladen; man erholder de samme Støvhøie, og i enhver af disse synes Støvet at være i en bølgende Bevægelse. Det fremlyser tydeligen, at det største Virkningspunkt er i Midtpunktet af enhver af disse Ophøiningers Grundflade. Det er ogsaa i sig selv klart, at naar man slaaer paa et Punkt af en Overflade, saa vil dette Punkt, som bliver Midtpunktet for den fremkommende Støvsamling, erholde den største Bevægelse, og saaledes i alle de tilsvarende Punkter.

Interessant er det at bemærke de tre forskellige physiske Grader, der gives i den Lyd, som frembringes af en elastisk Skive. Den Lyd som frembringes, naar man blot slaaer paa en liden Deel af Fladens Kant, er intet uden et dump Brag, omtrent som naar man slaaer paa en Blok med en Hammer. Den Lyd, som erholdes naar Qvadratskivens hele Kant slaaes, er en Klappren. Den Lyd derimod som frembringes, naar man slaaer paa Overfladen selv, er en egentlig Klang. Naar altsaa en Klang skal frembringes, saa maae Legemets Dele i alle Dimensioner virke i Samfund. Herved har man dog endnu ingen Tone. Denne frembringes kun da, naar de mindre Zittringer ordne sig til et symmetrisk Hele. Dette, skeer, naar man holder Skiven, som oven beskrevet, og slaaer paa Overfladen ved Midtpunktet i en af Kanterne. Herved frembringes da ogsaa en Klangfigur, skiøndt ikke af saa regelmæssig Skiønhed, som naar Kanten stryges med en Bue. Vi see altsaa, at Legemernes meest

fuldendte og i sig harmoniske Bevægelse er den, som ogsaa igiennem Øret frembringer det dybeste Indtryk paa vor indvortes Skønheds Sands. Herved troer jeg at den første physiske Definition, paa de forskjellige Lydarter, at være given. Ved Hielp af disse Bemærkninger, kunne vi bringe mere indvortes Sammenhæng og Enhed i Læren om Lydens Frembringelse.

Man har, som bekiendt, i lang Tid været enig om, at Lyden i Luften frembringes ved en Mængde af smaae Sammenpresninger og Udvidelser, som med en overordentlig Hastighed følge hinanden. I de flydende Legemer fandt man lignende, og maatte altsaa ogsaa der erkiende samme Naturens Fremgangsmaade, naar man ikke, til Gunst for en Fordom, vilde tillægge iblandet Luft denne Virkning. I de faste Legemer derimod synes det, at ingen, med Bestemthed, har tænkt sig samme Mechanismus. Nu ligger den os da for Øjnene i et Experiment, og jeg haaber, at det som vi der opdage endog skulde udbrede nyt Lys over Lydbølgerne i Luften selv, men jeg tillader mig, at forbeholde disse Undersøgelser for en anden Afhandling. Herved hæves nu tillige en Strid mellem nogle ældre og nyere Physikere. Hine antog, at Lyden som opvækkes i de faste Legemer, foraarsagedes af de mindste Deles Svingninger, disse mene, at alt kommer an paa visse Hovedafdelingers hele Svingning. Ved *Chladnis* Forsøg blev det vist, at hine, som tillagde disse mindste Deles Svingninger alt, have været eensidige; ved disse nye Forsøg vises, at de som tillægge Hovedsvingningerne Alt, ligeledes gaae for vidt. Lyden er Foreningen af begge Svingningsarter. Selv en spændt Stræng, maae foruden sine Hovedsvingninger have disse underordnede, som jeg vil kalde Undersvingninger. Man kan ikke tvivle herom, naar man blot betænker, at den Deel, som i en given Tid faaer et Stød, mueligen paa samme Tid kan meddele det til andre. Heraf følger, at man maae betragte den stødte Deel som understøttet af de omliggende Dele, saa at der maae fremkomme saa mange smaae Svingningsknuder, som en saadan svingende Underdeel indeholdes i hele Strængen. Erfaringen bekræfter ogsaa denne Paastand; thi naar man lægger en nogenlunde tyk Metaltraad saaledes, at dens Endepunkter ere understøttede, bestøver den med Hexemeel, og slaarer derefter hastigt men ikke voldsomt derpaa, saa danner sig en Mængde af smaae Støvophøininger, hvilke ere saaledes beskafne, at man tydeligen kan bemærke Afvexlinger af mere og mindre be-



vægede Dele deri. Man kan ogsaa i Stedet for en Metaltraad tage en Pibestilk.

Herved er jeg bleven foranlediget til, nærmere at undersøge det bekiendte Experiment, hvori en Pibestilk som hænger i to Haar slaaes i Stykker uden at disse sønderrives med. Den Hastighed, hvormed Slaget falder, giver Anledning til at formode, at deri maatte findes adskillige Svingningsknuder, følgerigen ogsaa Punkter, hvori Svingningen er paa sit Maximum. I saadanne Punkter maae nu Pibestilken som en skiør Materie springe. Hermed stemmer Erfaring overeens, thi en Pibestilk, som sønderslaaes med den behørigte Hastighed, springer altid i mere end to Stykker. De Punkter som hvile paa Haaret blive i dette Tilfælde dæmpede Punkter, og desaarsag kan Haaret ikke gaae i Stykker. Derimod er det falsk, naar man troer at Haaret slet ikke modtager nogen Bevægelse. Jeg har anstillet Forsøget saaledes, at to Personer holdt Haaret, medens jeg overslog Pibestilken, og altid følte de derved et Ryk i Haanden, skjøndt Haaret forblev heelt.

Efter denne temmelig vidtløftige Digression, vender jeg tilbage til Forsøgene paa Qvadratskiven. Det er klart, at ethvert Strøg med Violinbuen maae frembringe en Bølgebevægelse i alle Retninger; og disse Lydbølger er det vi see i de her omtalte Forsøg. I hver af disse smaae Støvbølger seer man en indvortes Bevægelse, fra Midtpunktet ud ad. Man bemærker ogsaa tydeligen en Art af Rotation deri. Paa større Skiver bemærkes alt dette bedre end paa smaae. Grovere og tungere Støvdele kastes ud af Støvbølgerne, hvorved man end videre overbevises om en centrifugal Krafts Tilværelse deri. Bølgerne vorde mindre, jo nærmere man kommer Midtpunktet. Tilsidst blive de saa smaae, at man ikke formaaer at skielne dem fra Støvkornene selv, og her maae altsaa Bevægelsen ophøre, efterdi ethvert Støvgran kommer til at standse mellem modsat svingende Punkter. Ogsaa i de med Kanten parallele Linier sees Lydbølgernes Størrelse at aftage ved Svingningsbuerne. Jeg kan ikke holde mig fra den Tanke at Lydbølgerne, i Følge heraf, ogsaa maae følge paa hinanden med større Hastighed i disse Dele. Dette stemmer ogsaa fuldkomment med Theorien. Strængens Svingninger maae sammenlignes med Pendulets, og følgerigen har, i en spændt Stræng, de Dele, som ere Befæstningspunkterne, nærmere en Tendents til hastigere Svingninger end de længere fraliggende. Herved forklares Lydbølgernes Formindskning i den med Kanten

parallelle Retning. I den paa samme lodrette Linie aftager ligeledes Lydbølgernes Størrelse. Forklaringen er her ikke vanskelig. Man kan forestille sig Tavlen sammensat af lutter Strænge parallelle med en af Sidelinierne. I det triangelformige Rum *chd* (Fig. 2) aftager disse Strænges Længde, som Afstandene fra Sidelinierne. Hastigheden i deres Svingninger maae altsaa tiltage i samme Grad, efter den Lov, at Hastighederne, hvormed Strængene svinge, forholde sig omvendt som disses Længder. Den indre Bevægelse voxer altsaa i Intensitet som den ydre aftager i Omfang. I de hvilende Dele hersker altsaa en overordentlig stærk indvortes Bevægelse, som fortsætter sig ud over den anden Side, hvor den aftager, og forvandler sig til udvortes Svingninger, efter de samme Love, hvorefter den først dannedes af saadanne.

Herved haaber jeg at have gjort det begribeligt, hvorledes Bevægelsen kan forplante sig ud over de hvilende Punkter, hvilket man uden dette neppe kunde gjøre klart.

Det torde vel ogsaa være mueligt heraf at forklare hvorledes en Stræng eller Plade, efterat have givet Hovedtonen, i Efterklangen giver en stigende Række af andre vel mindre hørbare, men høiere Toner. I Begyndelsen overdøves de høiere Toner af de lavere, som har en større Svingningsbue. Efterhaanden bliver den større Svingning svagere, men de mindre beholde endnu deres Zitringer, fordi de vare hæftigere. Saaledes trænger lidt efter lidt en høiere Tone frem for Øret, skiondt altid med mindre Svingningsbuer, altsaa mindre hørbare.

At herved Strængen efterhaanden inddeles i nye Hovedafdelinger, er begribeligt. Jeg forbeholder denne Undersøgelse for Fremtiden, dersom ikke en mere Musikkyndig end jeg vil tage sig af den.

Man kan endnu gjøre Lydens Mechanismus mere kiendelig ved følgende Experiment. Man lægge paa den ene Rand af den Quadratiske Skive, en Række af smaae Dynger af Hexemeel, og frembringe derpaa en Tone. Man vil strax faae at see, hvorledes disse Støvdynge samle sig i smaae Høie, hvilke bevæge sig i krumme Linier, hvis Convexitet vender sig mod Strøgets Retningslinie, hen mod de Steder hvor Klangfiguren skal dannes. Lægger man Støvet paa det Sted, som i Fig. 21 er betegnet med *abc*, saa kastes de derfra baade frem, og tilbage mod Kanten.

Begge disse Forsøg findes afbildede under eet i Fig. 19. Den nederste Deel af Figuren fremstiller det første, den øverste derimod



det sidste. Man seer let af disse Retningslinier, at Tavlen maae være vel overstrøet med Støv, især mod Midten, naar Toppene af Hyperbolerne skulle uddannes. Man vil ogsaa i denne Figur see, skjøndt ikke saa tydeligt som i Virkeligheden, at Lydbølgerne komme hinanden desto nærmere, jo nærmere de komme Knudelinierne. Man seer ligeledes, at de i samme Grad vorde mindre.

Det samme som bemærkes i det her omtalte vidtløftigen beskrevne og afvexlede Forsøg, viser sig ogsaa, med Modificationer, som let forudsees, i alle andre Forsøg med Klangfigurerne. Her at give flere Afbildninger, vilde altsaa være overflødigt, og det saa meget mere som alt dog tydeligere sees i Virkeligheden. Kun paa det Forsøg, hvorved *Chladni* frembringer en Cirkel paa en rund Skive, vil jeg endnu gjøre opmærksom. Den *Chladniske* Afbildning sees Fig. 6; den med Hexemeel frembragte sees Fig. 17. For at anstille dette Forsøg holder man Skiven et Sted nær ved Peripherien, og stryger derpaa Kanten lige for Fingeren. Man seer i min Afbildning og endnu bedre i Forsøget selv, hvorledes Støvet fra begge Sider bevæger sig hen mod dette Punkt, og egentlig danner en dobbelt Kreds, som endeligen falder sammen til een. Stryger man 45 Grader fra dette Sted, saa erholder man Fig. 16. Stryger man noget nærmere Holdningspunktet, saa erholder man 6, 8, 12 o. s. v. Hyperboler altid desto flere jo nærmere man kommer det. Toppunkterne af disse Hyperboler ligge alle omtrent lige langt fra Midtpunktet, og ere desto længere fra hinanden jo flere der ere. Naar man altsaa stryger lige for Fingeren, maae de danne en Kreds. Denne Overgang sees særdeles tydelig i nærværende Figur, fordi de mangfoldige underordnede Svingningsknuder endnu ere blevne tilbage. Dog er det vel at mærke, at i det Strøget gaaer over til Cirkelfrembringelsen, sættes ogsaa Midtpunktet med i Bevægelse, og hæver sig og synker vexlende. Den indre Deel af Skiven danner derved uden al Tvivl et Kugelsegment, hvoraf den frembragte Cirkel er Omkredsen.

Vi have nu seet det væsentligste i den mekaniske Virksomhed, som Lydfrembringelsen medfører. Der gives endnu en anden Art af Virkning i disse Forsøg, hvilken jeg her vil stræbe at fremstille og forklare. Hovedsagen bestaaer deri, at Støvet hænger fastere ved Pladen i Klangfigurerne end andensteds. Undersøgelsen herover har jeg gientaget langt oftere end man ellers pleier at holde fornødent, for at overbevise sig om Rigtigheden af et Forsøg, og

altid har jeg faaet samme Udfald. Ikke blot Hexemelet men endog Sand viser denne Vedhængen. Metalfilspaaner derimod vise denne Egenskab i meget ringe Grad. For at finde dette Særsyn behøver man blot at vende Pladen, hvorpaa man har frembragt Figuren, om, saaledes at Støvsiden vender ned ad, og derpaa slaae bag paa den med den flade Haand, dog saaledes at ingen Tone frembringes. Naar man nu vender Skiven om, saa seer man, at Støvet er faldet af den hele imellem Støvlinierne indsluttede Plads, saa at man seer et Stierneformigt Rum i Midten næsten gandske blottet for Støv. Ligeledes falder Støvet af alle de Steder paa Pladen, hvor det ikke ved Klangen er blevet henkastet. En fiin Støvhinde, i alle sine Dele Klangfigurens Omrids lig, bedækker altsaa Tavlen, efterat man har bortslaaet det som let lader sig afslaae.

Man kan bruge denne Egenskab til at forskaffe sig Aftryk af Klangfigurerne. Man overdrager nemlig et Stykke sort Papiir med Gummi Vand, og naar dette er saa vidt tørret, at det endnu er klæbrigt, lægge man Pladen, hvoraf man har bortslaaet det overflødige Støv, derpaa. Naar man har presset det vel tager man Pladen af, og klæber det, medens det endnu er fugtigt, paa Glas, saa kan man være sikker paa bestandigen at bevare et saadant Aftryk, hvilket, naar det er lykket vel, er nøiagtigere end den bedste Tegning.

Det vil lettelig falde enhver ind at forklare denne Vedhængen mekanisk. Man vil ved første Øjekast, forestille sig, at Støvet lettest maae falde af, der hvor det meest har sammendynget sig; men denne Mening vilde ikke stemme med Forsøgene. Naar man har gjort Forsøgene med Sand som har været meget tyndt paastrøet, saa hæfter det næsten alt ved Klanglinien, og det med en Fasthed, som ikke kan andet end opvække Opmærksomhed. Naar man har foretaget Forsøget med Hexemeel, og fortsætter Strygningen, indtil Klangfiguren er kommen inden meget snævre Grændser, saa har Støvet ogsaa udbredt sig over de hvilende Linier, efterdi det saa stærkt var blevet opdynget ved deres Kant. Naar man nu slaar dette af, saa blottes de hvilende Linier gandske for Støv, medens de egentlige Støvlinier beholde det meste af deres tilbage. Her er det rigtig nok Tilfældet, at Støvet falder af de Steder som ere stærkest belagte dermed; men naar man forsøger at slaae Støvet af en saadan Figur, strax efter første Strøg, da det indsluttede Rum i Klangfiguren aldeles ikke er belagt med tykkere Støv, end før Strøget, falder Støvet dog meget fuldkomnere af det indsluttede Rum



end af Støvlinierne. Her strækker altsaa heller ikke hin mekaniske Forklaring til.

Denne Støvets Vedhængen synes altsaa at røbe en electrisk Virkning, som den der kunde frembringe de her omtalte Særsyn, med Tiltrækninger og Frastødninger. Den naturligste Tanke er den, at Støvet, hvilket vi af Erfaringen vide vorder electrisk ved at udrystes, hæfter sig fastere til de Steder, som ved Zittringerne erholde den modsatte Art af Electricitet, og derimod kommer til at ligge løsere paa de Steder, som erholde den af samme Art. At Skiven ved den indvortes Zittring erholder Electricitet, kan ikke forundre os, da enhver Gnidning, ethvert Stød, o. s. v. sætte Legemerne i electrisk Virksomhed. Men dersom denne Forestillingsmaade var rigtig, saa maatte saadanne Støvarter, som ved Udrystningen vorde positiv electriske, hænge ved de Steder, som mindst holdt fast paa de negativ electriske Støvarter; men dette er ikke Tilfældet. Det udrystede Støvs Electricitet har ingen Indflydelse paa Klangfiguren. Videre er det vel at mærke, at den samme Art af Vedhængen ogsaa finder Sted paa Metalplader, selv paa uisolerede. De paa de strøgne Plader forefundne Adhæsionsforandringer kunne altsaa neppe tilskrives en Electricitet, som vi opdage ved Electrometret.

Uagtet alt dette, behøve vi dog ikke gandske at forkaste Tanken om electrisk Virkning i disse Forsøg. Ved de Undersøgelser over de finere Electricitetsgrader, hvilke de nyere Tider have skænket os, vide vi, at meget svage Electriciteter ingen saadan Isolation behøve, og dog ved deres Qvantitet kunne virke betydeligt. En saadan Electricitet er det uden Tvivl som opvækkes ved Tonefrembringelsen. Det er en bekiendt Erfaring, at naar to Legemer af samme Art rives mellem hinanden, saaledes at det ene lider en stærkere Virkning end det andet, saa erholder det stærkest revne, negativ Electricitet, det svagere revne derimod positiv. Saaledes synes det ogsaa her rimeligt, at de Dee, hvor de svageste indvortes Zittringer have fundet Sted, maae være blevne positiv electriske, de derimod, hvor de heftigste fandt Sted, maae have erholdt negativ Electricitet. Det er med andre Ord, de Dee, som have havt de største udvortes Svingninger, hvorfra altsaa Støvet blev bortkastet, ere blevne positive i Forhold mod Knudelinierne, som ere blevne negative. Jeg forestiller mig videre, at det Støv, som ligger paa ethvert Sted, deeltager, under Svingningerne, i Electriciteten af det Sted, hvorpaa det ligger.

Naar altsaa Støvet kastes fra et af de Steder, som har en betydelig Svingningsbue, saa modtager det derfra en svag positiv Electricitet, hvorved det kommer til at hæfte mere ved de negative Dele, i Nærheden af de hvilende Linier. Paa de egentligen hvilende Steder faaer Støvet samme Electricitet som disse have, men da det ikke afkastes, saa forbliver det i Berøring med Dele, som have samme Electricitet som det selv, hvorefter en formindsket Adhæsion nødvendig maae følge. Den samme Modsætning, som finder Sted med Hensyn paa hele Klangfiguren og hele Tavlen, finder ogsaa Sted mellem de underordnede Lydbølger og enkelte Dele af Tavlen. Omkredsen af enhver af de smaae Støvophøininger er det samme for en lille Deel af Pladen, hvad de store Støvlinier ere for hele Pladen. Adhæsionen behøver heller ikke der at være mindre, thi er end den electricke Modsætning der mindre, saa har Støvet heller ikke en saa lang Vei, at giennemløbe, og taber følgelig en saa god som intet af sin Electricitet paa Veien.

De Undersøgelser jeg i Korthed her har fremsat, tillade en meget vidtløftigere Anvendelse end blot i Læren om Lyden. Ethvert Stød frembringer en zittrende Bevægelse i Legemerne, og denne udbreder sig deri, efter samme Love, som ved Lydens Frembringelse, eller meget mere, ethvert Stød, som ikke er alt for svagt, frembringer en Lyd, og selv det svageste vilde frembringe en saadan, naar Høreredskaberne havde en større Fiinhed. Vel gives der Legemer af en saa ringe Elasticitet, at Zittringerne deri maae være overordentlig svage; men saa lidet som der gives et absolut uelastisk Legeme, saa lidet gives der noget, hvori Zittringerne aldeles ikke fandt Sted. Jeg troer derfor at man, paa samme Vei, hvorpaa vi have naaet Kundskab om Klangfigurerne, ogsaa maatte være i Stand til at finde Oplysning om Legemernes Forhold ved Bevægelsens indre Forplantning, og om dennes Forhold til Elasticiteten. *Chladni* har allerede heldigen anvendt Longitudinalsvingningerne til Bestemmelse af Legemers Elasticitet. Jeg troer, at adskillige af de her anførte Forsøg ville allerede bidrage noget til Bestemmelsen af Stødet indre Mechanismus; men sikkert er endnu det meste tilbage. Imidlertid tør man haabe, at Udviklingen af dette vigtige Capitel af Physiken vil gaae frem med større Skridt, naar man først med Klarhed indseer at Læren om Lyden, og Læren om den indre Bevægelse, er et og det samme.

Mærkværdigt er det ogsaa, i Klanglæren at see, hvorledes den



ydre Bevægelse gaaer over til den indre. Med den indre Bevægelse, som vi blot ved Slutninger kunde opdage, men ikke med Sandserne bemærke, syntes en stærkere electrisk Virkning forbunden. Tydeligere, end Experimentet kunde vise os det, maatte vi allerede af Tingens Natur kunne indsee, at der under saadanne Forhold maatte frembringes Electricitet, saa vist som Rivningen frembringer denne Virkning. Skulde det altsaa ikke være mueligt, at Totalbevægelsen, forvandlet i en giennemtrængende Deelbevægelse, tillige gik over fra en blot mechanisk Bevægelse til en Kraftopvækkelser? (At jeg ikke tager dette Spørgsmaal i den Betydning, som den, hvori det maatte være taget for 20 Aar siden, haaber jeg at turde forudsætte). Mig er Tanken gandske klar, og fejler jeg ikke, maae enhver, som forstaaer noget derved, finde den saaledes.

Af Electricitetsfrembringelsen ved Lyden lader sig uddrage adskillige vigtige Følger for Hørelsens Theorie. Jeg benytter mig herved af adskillige fortræffelige Bemærkninger, som *Ritter*, (han har, paa en anden Vei, fundet en lignende Tanke) i Anledning af den første Notits om nogle af mine her foredragne Opdagelser bekiendtgjorde i *Voigts Magazin für das neuste aus der Naturkunde* 9ter Band S. 33 o. f. Han bemærker, at naar en Stræng bøies, og derved udvides mere paa den ene Side end paa den anden, saa maae den ene Side faae en større Bestræbelse til at vorde positiv, den anden til at vorde negativ electrisk. Ved hver Svingning, hvorved den Deel, som før var indhvelvet, nu vorder udhvelvet og omvendt, forvexle Delene deres Tilstand. Ligesaadan gaaer det med Luften. Den Sammenpresning, og derpaa følgende Udvidelse, som finder Sted i enhver Lydbølge, giver en lignende electrisk Afvexling. En saadan Afvexling af electriske Tilstande maae ogsaa finde Sted i Øret. Men enhver Overgang fra en electrisk Tilstand til en anden, giver et Stød, dette være nu nok saa svagt. Ved enhver Lyd følge en Mængde saadanne Stød paa hinanden. Hver af de foregaaende Tilstande forbereder Organet til en større Følsomhed for den efterfølgende; thi vi have lært af Erfaring, at en Deel af Legemet, som har været i den positiv electriske Tilstand, derved er bleven mere følsom for Indvirkningen af den negative Electricitet end forhen, og omvendt. Den hyppige Afvexling forøger endnu Ørets Følsomhed. Man seer deraf, at den Mængde af Electricitet, som udvikles ved et Stød, forenet i en Ladningsflaske, umuelig kunde frembringe den Virkning, som denne Række af



smaae Afvexlinger thi disse, skøndt de hver for sig intet udrette, danne, naar de følge hinanden i saa smaae Tidsrum, at hver for sig ikke kan mærkes, et Heelt, og fornemmes som saadant. Jo hastigere de følge paa hinanden, jo fuldkomnere Continuum danne de. Ligesom den Ildvei, en omsvinget Brand beskriver, desto fuldkomnere udgør en uafbrudt Linie, jo hastigere Svingningen gaaer for sig, saaledes erholder ogsaa Tonen desto mere Gedigenhed, Eenhed og Individualitet, jo nærmere dens Elementer rykke mod hinanden. Jo mindre alt dette finder Sted, jo mere almindelig, ubestemtere, opløst, ligesom dybere, er Tonen. Denne drager Siælen ned, hiin op til sig. Meget lod sig her sige om Brugen af høiere og dybere Toner i Livet; hvorledes Sorg og Fryd, hver har sine egne, den første i Mol den anden i Dur, medens det Høje, langt over begge kun i den største Omfatning, og Ophævelse af hver Forskiel, vover at forkynde sit Udtryks Fylde.

Til disse Ideer, som vel er det største der nogensinde er sagt om Tonerne, føier *Ritter* endnu, at Intervallerne mellem to Lydsvingninger tilsidst kan vorde saa korte, at de ikke tillade Øret den nødvendige Udhvilning, hvorhos da hvert Indtryk selv vorder for kort, og for lidet stærkt, til overhovedet at afficere. Her forsvinder Tonen efterhaanden for Øret, den hele Virkning vender sig fra samme til et høiere Organ, til Øiet, Tonen gaaer over til Lys. Man forestille sig en spændt Stræng fuldbyrde sine langsomste Svingninger, vi ere i Stand til med Øiet at skielne enhver Svingning. Lad Hastigheden tiltage, og vi skielne nu ikke mere enhver Svingning fra den anden, vi see kun det hele Rum, hvorigiennem Strængen svinger, opfyldt af den. Mellem det Punkt, hvor denne de enkelte Svingningers Synbarhed ophører, til det hvor den dybeste Tone begynder, gives der en Pause. Man forestille sig nu Svingningerne gaae frem med stigende Hastighed, og frembringe høiere og høiere Toner; tilsidst vil Svingningernes Hastighed vorde for stor til at fattes med Øret. Svingningerne vedblive at stige, og efter et Mellemrum, som det der gives mellem den hastigste enkelt-synbare Svingning, og den laveste Tone, ville Svingningerne her hæve sig til Frembringelsen af den dybeste Farve. Den træder saaledes frem i mat blaa Dæmring for Øiet, og med stigende Svingninger opklarer det sig til høiere og høiere Farver, og giennemløber saaledes alle prismatiske Farver, indtil de have naaet det meest levende Rødt. Efter denne Forestillingsmaade blev nu i den

store Skale af Sandsefornemmelser, den ene Sandsningsart en Octav af den anden, og alle underkastede de samme Love. Alle Fornemmelser altsaa hidrøre fra den samme oprindelige Kraft, der i Lyset virker *in puncto*, i Galvanismus derimod udbreder sig i et Rum, hvor den dog saaledes giennemløber alle Svingningsarter, at den vorder fornemmelig for enhver Sands.

Sammenfatte vi nu alt det i Eet, hvad nærværende Undersøgelse har viist, saa kunne vi ikke andet end tabe os i den dybeste Beundring, af den Mangfoldighed, det Liv, den Harmonie, som er indsluttet i en Tone. Man tænke sig en Klangfigur. Dele saa smaae, at de ikke mere kunne skiælnes med det blotte Øie, forene sig til en lille Klode, der atter bevæger sig frem, for at danne en Deel af et større System, og saaledes vilde der bestandigen opstaae nye og større Sammensætninger, naar ikke vore Redskabers Størrelse tilsidst satte os Grændser. Man forestille sig nu videre, hvorledes hver af de mindre Svingninger optager sin bestemte Plads, og ikke kunde indtage en anden, uden at forstyrre det Heles Symmetrie. Man tænke sig, hvorledes disse harmoniske Svingninger giennemvandre hele Luften, i samme Orden, hvori de udbredtes fra det svingende Legeme. Hvilken stor og dybt indgribende og derhos i sig selv nødvendig Overeenstemmelse, hvilket Spor af en alt giennemtrængende Fornuft. Vi indsee her tydelig, at det ikke er den mechaniske Sandsepirren, som behager os i en Tone, men det Spor af usynlig Fornuft, som ligger deri. Og nu en Tonestrøm, som giennemtrænger vort hele Væsen med Vellyst. Hvilken Høren ubevidst Dybsind ligger ikke skiult i en eneste Accord, hvilken uendelig Arithmetik i en heel Symphonie! Og nu hermed forbundet de usynlige Former, som i dunkle Anelser træde frem for vor Siel, medens Tonerne strømme ind i Øret. I Sandhed, vi kan med Glæde, og Triumph over vort aandelige Væsens Adel gientage, at det som i Tonekunsten henriver og tryller os, og lader os glemme alt, medens vor Siæl svæver hen paa Tonestrømmen, det er ikke spændte Nervers mechaniske Pirring; men det er Naturens, dybe, uendelige, ufattelige Fornuft, som igiennem Tonestrømmen taler til os.

---

ANSICHT  
DER  
CHEMISCHEN NATURGESETZE

DURCH  
DIE NEUEREN ENTDECKUNGEN GEWONNEN.

---

VON  
H. C. OERSTED.

---

BERLIN, 1812.  
IN DER REALSCHULBUCHHANDLUNG.



[Ein Auszug von diesem Werk mit kurzer Einleitung findet sich in »Journal für Chemie und Physik. Herausgegeben von *J. S. C. Schweigger*. Bd. 5. P. 398—440. Nürnberg 1812.]

## EINLEITUNG.

**I**n den bisherigen Untersuchungen der chemischen Wirkungen sind wir noch immer bei den sogenannten Verwandtschaften oder Anziehungen, als der letzten Grenze wohin wir dringen konnten, stehen geblieben. Damit konnte man nun unmöglich meinen, den letzten Grund aller chemischen Wirkungen angegeben zu haben; aber man musste der unbekannten Ursache einen Namen geben, und man wählte erst den bildlicheren, Verwandtschaft, späterhin den näher bezeichnenden, Anziehung. Die Entwicklung der Wissenschaft verursachte aber, dasz man den Blick fast immer auf das Besondere einer jeden Verwandtschaft heftete. Was von dieser Seite durch die Anstrengungen so vieler vortrefflicher Männer in der Chemie geschehen ist, wird dem verflossenen Jahrhundert ein ewiges Denkmahl bleiben. Zur Erforschung des allgemeinen Wesens der chemischen Verwandtschaften schienen aber die Untersuchungen noch nicht gereift zu seyn. Und das ist auch die Natur der chemischen Wirkung, dasz, ob sie gleich vor unsern Augen die grössten und wunderbarsten Erscheinungen hervorbringt, bald unsichtbare Stoffe sich in einen festen Körper umbilden, bald wieder die härtesten Körper sich in Flüssigkeit auflösen, ja sogar in Dampf und Luft zerstreuen, so entziehen sich doch die Kräfte, woraus alle diese Wirkungen entspringen, unsern Augen. Die chemische Naturlehre hat daher auch bei weitem noch nicht die Vollkommenheit der mechanischen erreicht, und vermag nicht, wie diese, aus wenigen, in sich schon zusammenhängenden Grundsätzen, alle übrigen abzuleiten, sondern hat fast jeden einzelnen Satz, jedes einzelne Gesetz, durch besondere Experimente entdecken müssen; und diese Menge besonderer Gesetze verriethen in vielen Hinsichten so wenig innern Zusammenhang, dasz, wer nicht schon von der Nothwendigkeit und Einheit in allen Werken der Natur überzeugt wäre, leicht auf den Verdacht gerathen könnte, dasz die Gesetzmässigkeit, welche man in einigen Punkten deutlich zu erblicken meinte, doch nur zufällig sey, und dasz überhaupt das Gegentheil von dem was geschehe eben so wohl möglich wäre. Es liesze sich füglich der bisherige Zustand der chemischen Naturlehre mit dem vergleichen, worin sich die mechanische befand, ehe *Galiläi*, *Descartes*, *Huygens* und *Newton* uns gelehrt hatten, die zusammengesetztesten Bewegungen auf ihre einfachsten Bestandtheile



zurück zu führen. Man kannte zwar in dieser manche wichtige Thatsache, und auch Reihen von Thatsachen, aber es mangelte noch das grosze vereinigende Princip, woraus das Ganze seinen inneren Reichthum, Ordnung und Stärke haben soll. So kannte man zum Beispiel aus der Erfahrung die Kreisbewegung: die Betrachtung des gestirnten Himmels hatte auch in den groszen Kreisbewegungen der Weltkörper etwas Gesetzmässiges gezeigt; so lange man sie aber nicht auf jene geradlinigten, welche zwar nicht der Aeuszerung, aber doch der Anlage nach darin liegen, zurückgebracht hatte, war man auch nicht im Stande die Einheit der verschiedenen Bewegungsarten zu entdecken. Man sah sich überhaupt genöthiget, nicht bloss die geradlinigte und krummlinigte Bewegung jede für sich ganz abgesondert zu betrachten, sondern man muszte noch jede Art der ungleichförmigen Bewegungen von der gleichförmigen, jede Art der krummlinigten von den übrigen auf dieselbe Art trennen; so dasz man ihren Zusammenhang nicht wissen, sondern höchstens ahnen konnte. Auf gleiche Weise kannte man auch bis auf unser Jahrhundert in der Chemie Verwandtschaften der Alkalien zu den Säuren, der Erdarten, der Metallkalke zu denselben Stoffen, der brennbaren Körper zum Sauerstoff u. s. w., ohne dasz man die eine aus der andern abzuleiten versuchte.

Durch die Zurückführung aller Bewegungsarten auf ihre ersten Gesetze erhob sich die mechanische Naturlehre zu der Vollkommenheit, dasz sie alle Bewegung im Weltall als eine grosze mechanische Aufgabe umfaszt und betrachtet, und so unzählige Fälle zu berechnen vermag, ohne die Erfahrung darüber zu erwarten. Durch Zurückführung aller chemischen Wirkungen auf die Urkräfte woraus sie entspringen, müssen wir die chemische Naturlehre für eine ähnliche Vollkommenheit vorzubereiten suchen. Wir werden dann einst auch im Stande seyn, aus den Urkräften und ihren Gesetzen alle chemische Eigenschaften abzuleiten; und da nur durch diese Eigenschaften ein jeder Stoff, unmittelbar oder mittelbar, erkannt und von andern unterschieden wird, so werden wir hieraus eben sowohl alle mögliche Stoffe, als aus den mechanischen Gesetzen alle mögliche Bewegungen, berechnen. Die Chemie wird dann eine Kraftlehre werden, an welche sich die Mathematik aufs innigste anschlieszen musz, um die Gröszenverhältnisse, Richtungen und Wirkungsformen der Kräfte zu bestimmen; und aller Wahrscheinlichkeit nach wird sich dadurch ein neuer Zweig

der Mathematik eben so entwickeln, wie vormalis auf Veranlassung der Bewegungslehre die Fluxionsrechnung. Die neueren Fortschritte unserer Wissenschaft haben uns der Erfüllung dieser groszen Hoffnungen so viel näher gebracht, dasz es mir an der Zeit scheint, die zerstreuten Materialien zu sammeln, um damit ein Lehrgebäude zu begründen. Ein solcher erster Versuch kann seiner Natur nach nicht anders als unvollkommen seyn, aber der erste Schritt musz doch einmal gemacht werden, und es scheint mir nicht unwichtig, dasz es jetzt geschehe. So wenig es der Wissenschaft zuträglich seyn kann aus einzelnen wenigen Beobachtungen ein System zu bilden, so sehr würde es ihr auch zum Nachtheil gereichen, wenn man grosze Massen von Erfahrungen unbenutzt liegen lassen wollte; denn der Forscher der Natur wird nur dann, wenn er eine Idee zur Prüfung vor Augen hat, grosze und eingreifende Entdeckungen machen. Die Absicht dieser Arbeit ist daher bloss, vollkommen vorzubereiten und wichtige Fragen zur Sprache zu bringen. Nur durch die vereinigten Bestrebungen vieler Denker, und nach Verlauf mehrerer Menschenalter, wird die chemische Wissenschaft jener Vollkommenheit sich bedeutend nähern, welche zu ahnen jetzt noch Viele zu kühn finden werden.

Es wird nicht ohne Nutzen seyn, hier bei dem ersten Schritt die ganze zu durchlaufende Bahn zu überschauen. Wir wollen mit einer Aufstellung und Ordnung aller Körper nach ihrer chemischen Natur den Anfang unserer Untersuchung machen. Darauf wollen wir einige Betrachtungen über die gewöhnlichen uns bekannten chemischen Wirkungen vortragen, und dabei zeigen, dasz alle bisher untersuchte chemische Veränderungen sich auf zwei überall verbreitete Naturkräfte zurückführen lassen: wir werden zugleich darthun, dasz diese Kräfte nicht nur bei unmittelbarer, sondern auch bei mittelbarer Berührung zu wirken vermögen, dasz sie folglich geleitet werden können. Dieses wird uns auf jene chemische Kettenwirkung führen, welche uns in dem Galvanismus schon eine zeitlang bekannt war. Und endlich soll uns dieses dahin bringen, die chemischen Kräfte in ihrer freieren Thätigkeit darzustellen, und hiemit zugleich ihre Identität mit den electricischen augenscheinlich zu machen. Hier wollen wir nun auf dem Wege unserer Untersuchung umkehren, und, unsere Aufmerksamkeit auf die electricischen Kräfte selbst richtend, zu entdecken suchen, wie diese auch zur chemischen Wirkungsform gebracht werden



können. Erst werden wir nemlich darauf hinweisen, dasz die electricischen Kräfte, eben so wie die chemischen, nur zwei, und zugleich entgegengesetzt sind, dasz beide überall verbreitet sind, und aus der relativen Ruhe, worin sie in den Körpern sich befinden, durch äuszere Kräfte geweckt, zur Thätigkeit übergehen können. Diese electricischen Kräfte wollen wir nun Anfangs in ihrer freiesten Thätigkeit betrachten; darauf aber wollen wir sehen, wie sie in den Condensatorwirkungen, der Ladung, und in den electrophorischen Verhältnissen nach und nach durch wechselseitige Anziehung mehr und mehr eingeschränkt, gebunden, und zu einer grösseren Innigkeit gezwungen werden. Endlich werden wir dahin kommen, zu zeigen, dasz die electricischen Kräfte zu einem solchen Grad der Innigkeit gebracht werden können, dasz sie dauernde innere Veränderungen, mithin chemische Wirkung hervorbringen. Wenn wir auf diese Weise den groszen Zusammenhang der chemischen und electricischen Wirkungen, und die Identität der sie hervorbringenden Kräfte, in diesen beiden entgegengesetzten Richtungen dargestellt haben, wollen wir, auf eine Untersuchung über die Natur der Leitung gestützt, zu zeigen streben, unter welchen Bedingungen die beiden Kräfte Wärme, und unter welchen sie Licht hervorbringen. Wir werden hierdurch diese groszen Erscheinungen in einer weit innigeren Verbindung mit der übrigen Natur erblicken, als solches nach der gewöhnlichen Ansicht möglich war. Dieses alles wird uns daher den Weg zu einer vollkommneren Einsicht in die Natur des Feuers bahnen, dessen mannichfaltige Erscheinungen bisher zu einseitig aufgefasst wurden. Zum Schlusz soll uns noch ein Blick auf den Magnetismus und auf die Sinneneindrücke die Allgemeinheit jener chemischen Kräfte, und ihre Identität mit den raumerfüllenden bestätigen.

Ohne Vorgänger sind wir auf der Bahn, die wir hier einschlagen wollen, nicht gewesen. Seitdem die Lehre von der Electricität in ein System gebracht war, finden wir auch Spuren ähnlicher Vorstellungen. Schon *Priestley* nahm die Materie, welche ihm, wie *Franklinen*, Ursache aller electricischen Wirkungen war, als identisch mit der Ursache der Brennbarkeit, dem Phlogiston, an. *Wilke* glaubte in den electricischen Kräften die Ursache sowohl des Feuers als der Sauerheit zu finden. *Kratzenstein* nahm in der Electricität eine saure und eine phlogistische Kraft an. *Henry*, *Karsten*, *Forster*, *Gren*, hatten Vorstellungen, welche sich dieser nähern. *Lichtenberg*

ging mit dem ihm eigenen Geist vielleicht weiter als alle seine Vorgänger, drückte sich aber nur in zweifelnden Fragen aus. *Hube* giebt ausdrücklich zu erkennen, dasz die chemischen Verwandtschaften seiner Meinung nach auf electrischen Verhältnissen beruhen. Indem aber diese sonst vortrefflichen Männer, zum Theil durch die Annahme einer eigenthümlichen electrischen Materie dazu verleitet, von der besondern Wirkungsform, die wir Electricität nennen, als von der Ursache der übrigen Erscheinungen ausgingen, anstatt diese als eine der verschiedenen Thätigkeitsformen der allgemeinen Naturkräfte anzunehmen, beschränkten sie sich selbst den Gesichtskreis, und gaben der ganzen groszen Theorie, welche daraus entspringen sollte, den Anschein einer einseitigen Hypothese. Man musz aber auch gestehen dasz es kaum möglich war diese Ansicht vollkommner auszubilden, ehe unsere Kenntnisse von der Electricität und mehreren damit verbundenen Wirkungen zu einer gröszeren Reife gediehen waren, so dasz dieser Fortschritt den neueren Zeiten natürlich vorbehalten war. *Ritter* kann daher als Schöpfer der neueren Chemie betrachtet werden. Seine weitumfassenden Ideen, und seine mit so groszer Kraft und Anstrengung unternommenen Arbeiten, verbreiten hier in allen Richtungen ein groszes Licht. Von einer gewissen Seite verdient *Winter*<sup>1</sup> neben ihn gesetzt zu werden. Seine Gedanken über Alkalität und Acidität, sowohl wie die über die Wärme, sind von groszem Werthe, und haben sich durch die neueren Entdeckungen vielfältig bestätigt. Es ist nicht zu leugnen, dasz der grosze Geist dieser Männer sie oft zu weit in das Gebiet der bloszen Ahndungen führte. Wir wollen, dem klareren und bestimmteren Wissen nachstrebend, dieses zu vermeiden suchen, müssen uns aber daher auch bequemen nur ein weit beschränkteres Lehrgebäude zu errichten, als jenes, welches sie vor Augen hatten. Wie sehr viel die tiefsinnigen Untersuchungen *Berthollets* und die groszen Entdeckungen *Davys*, *Berzelius* und einiger andern Experimentatoren, noch dazu beigetragen, unsere darzustellende Ansicht zu leiten, zu erweitern und zu bestätigen, wird sich ein jeder aus frischem Andenken leicht vergegenwärtigen.

Doch wir würden zu weitläufig werden, wenn wir einen jeden nennen wollten, der dazu beigetragen, den uns vorliegenden Weg zu bahnen. Dankbar erkennen wir die Verdienste der Naturphi-

<sup>1</sup> [o. Winterl.]



losophen unseres Zeitalters, auch mit Rücksicht auf die chemischen Ansichten. Auch gestehen wir gern, von älteren Philosophen, von den Mathematikern und von einzelnen Experimentatoren, manchen glücklichen Wink erhalten zu haben. Wo wir ihre Verdienste vergessen glauben können, werden wir nicht versäumen, indem wir sie benutzen, sie zu erkennen und zu ehren.

---

WIE DIE ANORGANISCHEN KOERPER NACH IHRER CHEMISCHEN  
NATUR ZU ORDNET SIND

Da alle chemische Untersuchungen von den Eigenschaften der Stoffe ausgehen, so wird es nicht unzweckmässig seyn, diese erst in der lichtvollsten und besten Ordnung aufzustellen, die wir zu entdecken vermögen. Zwar hat man von jeher in der Chemie die Körper nach gewissen Kennzeichen einzutheilen, und von den auf diese Weise gebildeten Klassen Definitionen zu geben gesucht; auch ist hierdurch einer noch vollkommneren Anordnung sehr glücklich vorgearbeitet worden; aber für den jetzigen Zustand der Wissenschaft ist dies nicht hinreichend. Jene Begriffe nach denen man alles ordnen wollte, fingen zu einer Zeit an sich zu bilden, in der die Masse der chemischen Kenntnisse noch klein war, als man es schon für ein Glück ansehen musste, die Gegenstände in einzelnen Gruppen zusammenstellen zu können. So lange diese noch so isolirt dastanden, wie sie es Anfangs thaten, konnten sich die Begriffe leicht den Sachen genau anschliessen, und die Grenzen der Begriffe konnten daher als Naturgrenzen erscheinen. Nach und nach aber, wie die Reihe der Entdeckungen so manche Lücke zwischen jenen Gruppen ausgefüllt, mussten auch die vormals bestimmten Grenzen zum Theil sich erweitern, zum Theil sogar verschwinden. Manche aber haben durch ihre alte Ehrwürdigkeit und den wichtigen Dienst den sie in den Wissenschaften geleistet haben, noch eine Art von Bestand, der bei einer genauern Untersuchung zerfallen muss. Wir werden uns dadurch nicht abhalten lassen einen freien Blick auf die vor uns ausgebreitete grosse Reihe der Körper zu werfen, und ihre verwandte Natur ohne Vorurtheil aufzusuchen. Auch werden wir, wo wir es nöthig finden werden, jene alte Begriffe einer Prüfung unterwerfen.

Vor weniger als hundert Jahren, zu *Stahls* und *Boerhaves* Zeiten, erkannte man nur 6 eigentliche oder vollkommene Metalle an. Die übrigen sonst schon bekannten metallischen Körper schloz man wegen ihrer Sprödigkeit aus, bis man durch Entdeckung mehrerer neuen sich nach und nach überzeugete, dass die ungeheure Kluft zwischen der Dehnbarkeit des Goldes und der Brüchigkeit des Arseniks durch eine grosse Menge von Mittellgliedern ausgefüllt wird, und noch mehr künftig ausgefüllt werden muss. Eben so wollte man dem Quecksilber, wegen seiner gewöhnlichen Flüssigkeit, seine Stelle unter den vollkommenen Me-



tallen abstreiten, bis man endlich entdeckte, dasz es auch fest werden könne, und dasz sein Gefrierpunkt dem des Zinnes oder Bleies weit näher liege, als der Gefrierpunkt dieser Metalle dem des Eisens, oder auch nur des Kupfers. Eine bedeutende Flüchtigkeit hat ebenfalls zum Hülfgrund dienen müssen, Körper aus der Zahl der vollkommenen Metalle auszuschlieszen. Jetzt kann man auch hierin keine Grenze festsetzen. Die Feuerbeständigkeit des Goldes mag den Alten als absolut vorgekommen seyn; seit den Versuchen mit dem Brennspiegel und der Electricität wissen wir, dasz es so wenig wie irgend ein anderer Körper der Wärme durchaus widersteht. Von dieser höchst geringen Flüchtigkeit bis zu der ziemlich bedeutenden des Arseniks, kommen so viele Abstufungen vor, dasz nirgend eine Grenze zu setzen ist. Hier nun eine zu ziehen, würde die unerlaubteste Willkührlichkeit seyn, wenn wir auch nicht in dem Ammoniakmetalle schon ein Beispiel einer weit grösseren Flüchtigkeit hätten, ja vielleicht, wenn es für sich darstellbar wäre, das eines luftförmigen Metalls. Gesetzt aber, dasz diese Darstellbarkeit unmöglich sey, so sieht man doch leicht ein, dasz ein luftförmiges Metall nichts sich selbst Widersprechendes, ja nicht einmal etwas Unwahrscheinliches ist. Von dem Wärmegrad an wo sich das Gold verflüchtigt, bis zu dem wo dieses mit dem Arsenik oder Quecksilber geschieht, ist eine Entfernung von mehreren hundert Thermometerscalen, oder Einheiten unsers Wärmemaaszes<sup>1</sup>. Wäre aber die niedrigste Temperatur unserer Erde 5 solcher Wärmemaasze über der jetzigen, so würden schon die beiden letzten Metalle eine für uns beständige Luftform haben, ohne dasz man noch eine grosze Veränderung der Flüchtigkeit des Goldes, in Bezug auf die atmosphärische Wärme, bemerken würde.

Das grosze eigenthümliche Gewicht der Metalle hielt man bisher auch für ein sehr wichtiges Kennzeichen derselben, ungeachtet es

<sup>1</sup> Ich finde es weit bequemer, grosze und noch dazu unbestimmte Wärmegrade nach ganzen Thermometerscalen anzugeben, als nach irgend einer willkührlichen Gradabtheilung. Auch ist die Entfernung zwischen dem Gefrier- und Siedepunkt des Wassers, wirklich die Einheit unsers Wärmemaaszes, welches man schlechthin ein Wärmemaasz (*mètre thermique*) nennen könnte. Alle andre Grade müszten dann entweder als Brüche oder als Multipla von diesem ausgedrückt werden: auf diese Weise würden alle die verschiedenen Thermometersprachen aufhören. Ein jeder könnte mit seinem Thermometer messen; aber 50° C., 40° R., 112° F. würden alle  $\frac{1}{5}$  oder 0,5 Wärmemaasz über dem Gefrierpunkte, oder noch kürzer (weil man den Gefrierpunkt immer als Anfangspunkt betrachten könnte) schlechthin  $+\frac{1}{5}$  oder  $+0,5$  M. zu nennen seyn. Gewöhnlich versteht man unter diesen Theilen Längentheile des Maaszes; man könnte aber auch, wenn man die gehörigen Bestimmungen dazu hätte, den Maaszstab nach der Intensität theilen.

vom Platin an bis zum Tellurium zwischen sehr entlegenen Grenzen schwankt. Die Entdeckungen der letzten Jahre haben uns schon Metalle gezeigt, die leichter als das Wasser sind, und die Kluft zwischen dem Leichtesten unter den für sich dargestellten, dem Kalium, und dem Leichtesten der früher bekannten, ist schon durch andre neue Metalle, das Calcium und Baryum, so weit ausgefüllt, dass kein Grund da ist, diese neuentdeckten Metalle unter einem eignen Namen von den andern trennen zu wollen.

Ein wichtigeres Kennzeichen für die Metalle ist die Undurchsichtigkeit. Sie ist aber doch nicht absolut, wie wir an den dünnen Blättern des Goldes sehen; es ist daher auch möglich, dass sie noch kleiner seyn könnte, und wer sagt uns nun, welches die geringste Undurchsichtigkeit oder die grösste Durchsichtigkeit sey, die ein Metall haben darf? Dasselbe gilt auch von dem Glanze. Dieser ist eine Folge der Wirkung, welche die Körper mittelst ihrer Brennbarkeit und Dichtigkeit auf das Licht äuszern. Da die Dichtigkeit unter den Metallen so ziemlich in demselben Grade abnimmt, wie die Brennbarkeit zunimmt, so haben wir Grund zu erwarten, dass die Ungleichheiten dieser Eigenschaften zwischen ziemlich engen Grenzen liegen; da aber doch jenes Verhältnisz nicht strenge ist, so würden wir auch nicht wagen, einen Körper wegen geringer Lichtwirkung aus der Reihe der Metalle auszuschliessen.

Noch mehr als dieses zeichnet die grosse electrische Leitungsfähigkeit die Metalle von andern Körpern aus; es ist aber doch nicht zu läugnen, dass diese Fähigkeit in den unbestreitbarsten Metallen schon in sehr verschiedenen Gröszen vorkömmt, z. B. im Kupfer viele Mal grösser als im Platin. Es lässt sich also der kleinste Grad der Leitungsfähigkeit der Metalle nicht bestimmen, und wir dürfen es nicht für unmöglich erklären, dass unter den Metallen auch schlechte Leiter anzutreffen seyn könnten. Setzen wir noch hinzu, dass es auch luftförmige Metalle geben kann, so musz es nothwendig doch auch ein Zeichen geben, wodurch sich die Metallität selbst in diesem Zustande verrathe, welches aber weder die Undurchsichtigkeit, noch der Glanz, noch die Leitungsfähigkeit seyn kann. Ohne also die Wichtigkeit und Bedeutsamkeit dieser Eigenschaften für die Erkenntnis der Metallität bestreiten zu wollen, müssen wir doch gestehen, dass sie zur Definition des Metalls



noch nicht hinreichen. Dasselbe lässt sich auch von der wärmeleitenden Fähigkeit der Metalle sagen.

Fragen wir also ernstlich: woran erkennt man denn, dass ein Körper zu den Metallen gehöre? so ist die ganz aufrichtige Antwort: durch seine Aehnlichkeit mit den andern Metallen. Wenigstens ist man bisher so verfahren; denn wäre man von einem festen Begriffe ausgegangen, so hätte dieser ja bleiben müssen wie er war, ohne alle jene Erweiterungen, welche man sich nach und nach damit erlaubt hat. Es ist überhaupt das wahre Verfahren der Naturwissenschaft, das Aehnliche nach und nach an einander zu reihen, ohne sich um die nach Begriffen gesetzten Grenzen zu bekümmern, oder, wenn sie auch dann und wann sich auf ihrem Wege dadurch aufhalten lässt, dieselben doch endlich zu durchbrechen. Die Begriffe sind nur Hülfsmittel zur Verständigung, keine Naturgrenzen. Wollte man etwas andres annehmen, so müsste man erstlich behaupten, dass die Natur gewisse Begriffe darstelle, und zweitens, dass man diese mit Sicherheit erkannt habe. Kann man aber dieses nicht, nun so fahren wir in unsern Vergleichen und Zusammenreihungen immer fort. Die gestrige Grenze sey nicht die heutige, wenn die weiter geführte Untersuchung es anders fordert. Wir gehen also nicht von Begriffen, sondern von Individuen aus, stellen an das erste ein zweites, was damit die grösste Aehnlichkeit hat, neben dieses ein drittes, dem zweiten am meisten ähnlich, dem ersten aber schon etwas fremder, u. s. w., so lange man noch Gründe der Fortsetzung entdeckt. Wir werden auf diesem Wege zwar am Ende der Reihe Stoffe aufstellen müssen, welche dem ersten höchst unähnlich, ja entgegengesetzt sind; wir dürfen aber dieses nicht scheuen, da wir ja einen Zusammenhang, nicht aber einen Begriff darstellen wollen.

Unter den schon anerkannten Metallen musz man gewisz den Arsenik sehr weit vom Golde setzen. Dieses ist dehnbar, und lässt sich zu feinem Theilen ausziehen und aushämmern als irgend ein anorganischer Körper: jener hingegen so spröde, dass man ihn leicht pülvern kann. Dieses ist so feuerbeständig, dass es in keinem Ofenfeuer verdampft: jener so flüchtig, dass er schon bei 2,82 Wärmemaasz über dem Gefrierpunkte eine vollkommene Dampfform annimmt. Dieses ist so schwerbrennlich, dass wir, ohne die oxydirte Salzsäure und deren Verbindungen, es leicht für unverbrennlich halten würden: jener so entzündbar, dass er schon bei einer

mäsigen Temperaturerhöhung in Flammen ausbricht; so vieler andern Unähnlichkeiten noch zu geschweigen. Stellen wir nun eine Vergleichung zwischen dem Arsenik und dem Phosphor oder Schwefel an, so finden wir gewisz hier die Unähnlichkeit vielfach geringer. Es ist wahr, die beiden letztern sind durchsichtig, und schlechte Leiter für die Electricität, was jener nicht ist, aber wie viele andre Aehnlichkeiten haben sie darum nicht? Alle drei sind flüchtig, haben einen ausgezeichneten Geruch, eine sehr durchdringende Wirkung auf den thierischen Körper. Mit dem Hydrogen vereinigen sie sich alle drei, und können damit Gasarten bilden. Ihre Oxydationsstufen sind dieselben, in dem niederen Grade eine flüchtige Verbindung saurer Natur, in der höchsten eine sehr feuerbeständige Säure, worunter doch die des Schwefels zurücksteht. Die kaustischen Alkalien disponiren sie alle drei zur Wasserzersetzung, und Hervorbringung ziemlich ähnlicher Producte. Hierzu kommt noch, dasz alle drei sich mit andern Metallen vereinigen, was die erweislich unmetallischen Körper, die oxydirten, nicht thun. Die Wichtigkeit dieses Kennzeichens werden wir weiterhin betrachten; hier wollen wir uns damit begnügen, auf den Umstand aufmerksam zu machen, dasz so viele höchst dehnbare Körper eben sowohl durch die Verbindung mit Arsenik, als durch die mit Schwefel und Phosphor, selbst in kleinen Quantitäten, ausnehmend spröde werden. Doch ist es wahr, dasz der Arsenik auch manche dehnbare Zusammensetzung giebt, wodurch er sich von den übrigen beiden unterscheidet. Das Boracium und das Fluoricum haben mit dem Schwefel und Phosphor zu viel Analogien, besonders mit dem ersten, dasz man sie nicht ihnen nothwendig anreihen müszte.

Vergleichen wir endlich die Metalle in Rücksicht ihrer Brennbarkeit, so finden wir noch ein neues Beispiel der mannichfaltigsten Abstufungen einer Eigenschaft in derselben Reihe. Man mache sich nur erst eine recht deutliche Vorstellung von der Brennbarkeit des Ammoniummetalls. Wir treffen in seinem Oxyde das Hydrogen an, das uns schon wegen seiner groszen Brennbarkeit bekannt war, aber in dem Metalle selbst musz etwas noch weit Brennbareres da seyn, als das Hydrogen; sonst könnte dessen Amalgam unmöglich eine so kräftige Wasserzersetzung bewirken. Was nun dieser brennbare Stoff weiter seyn mag, darüber haben wir nichts als Vermuthungen. Wollten wir mit mehreren vortrefflichen Chemikern es für ein desoxydirtes Hydrogen nehmen, so wäre das,



was wir Hydrogen nennen, ein Oxyd, das sich durch zwei sehr auffallende Eigenschaften von andern Oxyden unterschiede; die eine, dasz es sich mit Metallen verbindet, was kein Oxyd zu thun pflegt; die zweite, dasz es mit keinem Oxyd, als solchem, in Verbindung tritt, welches ein durchaus entgegengesetztes Verhalten von allen übrigen Oxyden ist. Man könnte zwar behaupten, dasz in allen den Fällen, wo sich Hydrogen mit Metallen vereinigt, es Gelegenheit habe sich zu desoxydiren, so dasz die Hydruren Verbindungen des desoxydirten Hydrogens mit den Metallen wären; aber zu geschweigen, dasz dieses nur die eine Schwierigkeit hebt, so ist doch so viel gewisz, dasz das Quecksilberhydrure sehr von dem Ammoniumamalgam verschieden ist. Wir wollen übrigens nicht läugnen, dasz es höhere Verbindungen des Oxygens mit brennbaren Körpern geben könne, welche nicht die Natur der Oxyde haben; wenn aber das Hydrogen eine solche seyn sollte, so hätten wir dadurch keinen Grund, weder es von den Metallen zu trennen, noch den Oxyden beizugesellen. Wir haben aber mehrere Gründe das Hydrogen an die Metalle anzureihen. Den ersten, die Vereinbarkeit mit den Metallen und Nichtvereinbarkeit mit den Oxyden, haben wir schon angeführt. Es ist dieses auch der unmittelbare Grund, warum wir das Ammonium unter die Metalle setzen. Die Verbindungen des Hydrogens mit den Metallen sind auch, wenn sie im festen Zustande sind, gute Leiter der Electricität, wie das Ammoniakamalgam, und alle Verbindungen von Metallen, die selbst Leiter sind. Was aber gewisz auch viel dazu beigetragen haben mag, das Ammonium als Metall anzuerkennen, ist wohl die Aehnlichkeit seines Oxydes mit dem des Kalium, Natronium u. s. w. Hier möchte es beim ersten Anblick den Anschein haben, als ob das Hydrogen keine so grosze Aehnlichkeit mit den Metallen hätte; wir wollen aber die Sache etwas näher ins Auge fassen. Seit dem es durch hinreichende Versuche erwiesen worden, dasz der Kalk, der Baryt, die Kieselerde u. s. w. wahre Metalloxyde sind, wird kein Chemiker mehr anstehen, auch die übrigen Erden für solche zu nehmen. Mit einigen von diesen aber, mit dem Kiesel, der Glucine, besonders aber mit der Thonerde, behaupten wir, dasz das Hydrogenoxyd, das Wasser, grosze chemische Aehnlichkeit habe. Um dieses auf einmal recht klar zu sehen, denken wir uns unsere Erde versetzt in eine 200 Maasz geringere Wärme, als die gegenwärtige. Das Wasser würde dann nicht blosz immer fest, sondern auch

beinahe unschmelzbar erscheinen, in groszen Stücken als feste Krystalle, gepülvert wie eine weisse Erde. Man würde diese gleich auflöslich in Säuren und Alkalien finden, ungefähr wie wir den Thon; auch würde jenes Oxyd, wie dieses, keine grosze Abstumpfung, weder der Säuren noch der Alkalien, hervorbringen. Man würde (vorausgesetzt, dasz in einer so viel tiefern Temperatur nichts als die Schmelzbarkeit verändert wäre) beide durch Zusatz von Alkalien und Säuren zum Schmelzen bringen, und dann durch die Gleichheit ihres Verhaltens einander sehr nahe stellen. Wäre man nun aber ferner im Stande beide Oxyde durch Glühen mit Eisen oder dergleichen zu reduciren, so würde gewisz niemanden ein Zweifel darüber einfallen, ob nicht der brennbare Grundstoff im Eise eben sowohl wie der im Thone ein Metall sey. Es würde dieses um so viel weniger geschehen, da hier gewisz beide als fest vorkommen würden. Kehren wir nun aber in unsere Temperatur zurück, so ist das Eis flüssig, der Thon fest und für sich unschmelzbar, das Eismetall wird Luft seyn, das Thonmetall aber noch seine Festigkeit behalten, und nun würden wir die Verwandtheit dieser Stoffe nicht mehr anerkennen! — Was nun auch in diesem Gedankenexperiment unvollständig seyn mag, so wird doch so viel aus demselben hervorleuchten, dasz der Unterschied des Hydrogens und seines Oxyds von den andern Metallen und Oxyden nur ein sehr relativer seyn kann.

Da wir nun die metallische Natur fast aller unzerlegten Stoffe nachgewiesen haben, wird es nicht unzweckmässig seyn, auch die wenigen rückständigen darauf zu prüfen. Unter diesen liegt uns der Kohlenstoff am nächsten. Seine sehr nahe Verwandtheit mit den Metallen ist schon von Mehreren anerkannt worden. Seine Fähigkeit, mit dem Eisen eine vollkommen metallische Verbindung einzugehen, wie wir es in dem Stahl erkennen; sein so äusserst metallähnlicher Zustand im Graphit, unter andern auch die Leitungsfähigkeit dieses sowohl, als der ausgeglühten Kohle in den galvanischen Versuchen, berechtigen es zu dieser Stelle. Dasz sein Oxyd flüchtig genug ist, um bei der gewöhnlichen Temperatur als Luft zu erscheinen, kann uns nun nicht mehr befremden, da wir in dem Ammoniak schon ein luftförmiges Oxyd kennen.

Da der Stickstoff mit keinem andern Körper als dem Hydrogen oder Oxygen eine unmittelbare Verbindung eingeht, so würden



wir ihm schwerlich hier eine Stelle anweisen können, wäre auch seine Einfachheitsstufe nicht so sehr problematisch.

Ehe wir zu der Betrachtung des Oxygens übergehen, wollen wir erst einen Rückblick auf die ganze durchlaufene Bahn werfen. Wir finden dann, dasz alle hier von uns aufgestellte Körper das gemein haben, dasz sie durch die stärksten uns zu Gebote stehenden desoxydirenden Mittel nicht zerlegt werden, und dasz ein jeder darunter mit andern eben so unzerlegten oder unverbrannten Körpern Verbindungen eingeht, dasz aber nur einige wenige, auf den äussersten Grenzen stehende Körper, sich auch mit verschiedenen verbrannten Körpern vereinigen. Hierzu kommt noch, dasz wir eine grosze chemische Thätigkeit durch die ganze Reihe dieser Körper verbreitet finden, obgleich in den ungleichsten Graden: wir finden nämlich in allen die Fähigkeit, in die Verbrennungen als thätiges Glied einzugehen. Von dem Ammonium, oder was sonst das brennbarste Metall seyn mag, bis zum Golde, bilden die Metalle eine ziemlich zahlreiche Stufenreihe, deren Glieder schon bekannt genug sind, und die weiter zu ordnen unser Zweck hier nicht erfordert. Es mag uns hier genug seyn zu bemerken, dasz die Brennbarkeit, welche im Golde schon so tief herabgesunken war, in dem Platin noch geringer ist, in dem Iridium und Osmium aber noch schwächer, indem diese kaum durch eine Säure, dahingegen durch Glühen mit den Alkalien (vielleicht nur mit den hyperoxydiren) eine Oxydation erleiden. Sind wir aber in der abnehmenden Reihe der Verbrennlichkeit der Metalle so weit gekommen, dasz diese Eigenschaft beinahe verschwunden ist, so hindert auch nichts, sie bis zur absoluten Unverbrennlichkeit selbst fortzusetzen. Diese ist aber nur in einem Körper zu finden, der selbst die nothwendige Bedingung wäre ohne welche kein Körper brennen könnte; denn ein jeder andre wird entweder verbrannt seyn, oder zu dem Stoff, der die äuszere Bedingung der Verbrennung macht, einige Anziehung haben. In der Reihe der uns bisher genauer bekannten Körper ist das Oxygen ein solches Unverbrennliches. Wenn es sich aber auch finden sollte, dasz das Oxygen selbst mittelst eines noch entfernten Princip verbrannt werden könnte, so wird es doch immer gewisz seyn, dasz nur der Körper, der dem Brennbarsten als letzte äuszere Bedingung aller Verbrennung gegenüber steht, das an sich Unverbrennliche ausmacht. Hieraus sieht man also deutlich, dasz das Oxygen erfordert wird, um die Reihe der Metalle

vollkommen zu schlieszen, entweder als ein noch schwach verbrennlicher Stoff, oder als das Unverbrennliche selbst. Dasz es luftförmig ist, darf uns jetzt keinen Anstosz mehr geben. Zur Bestätigung aber dient, dasz es sich mit den Metallen verbindet, nicht aber mit den verbrannten Körpern als solchen, sondern, wenn dieses zu geschehen scheint, sich eigentlich nur mit dem brennbaren Körper darin, zur grösseren Sättigung, weiter verbindet. Auch ist es merkwürdig genug, dasz unter den Metalloxyden, welche mit Oxygen in sehr groszer Menge verbunden sind, viele gute Leiter vorkommen, als ob sie in dieser Rücksicht metallische Natur an sich hätten, da die andern Oxyde dagegen schlechte Leiter sind. Man könnte aber einen, wie es scheint, sehr wichtigen Zweifel gegen die Metallähnlichkeit des Oxygens daraus ziehen, dasz es mit den Metallen Verbindungen einer neuen Reihe bildet. Hierauf antworten wir, dasz dieses nach einer allgemeinen Regel geschieht, der zufolge die Verbindungen homogener Stoffe in der Reihe bleiben, die von heterogenen eine neue Reihe bilden. So bringt auch Hydrogen den Schwefel in eine neue Reihe: eben so eine Säure ein Alkali, ungeachtet auch sie, wie gezeigt werden wird, zu einer Reihe gehören. Zwei Säuren oder zwei Alkalien aber mit einander vermischt, gehen nicht aus der Reihe heraus. Das Folgende wird über diesen Gegenstand einige weitere Aufklärungen geben.

Es entsteht aber nun die Frage: da es so viele brennbare Körper, oder solche, die das Oxygen kräftig anziehen, giebt, sollte es denn nicht auch mehrere von entgegengesetzter Natur geben, welche mit dem Oxygen die Aehnlichkeit hätten, brennbare Körper anziehen und sich mit ihnen unmittelbar zu verbinden? Es ist nämlich zu einer jeden Verbrennung, wie wir wissen, ein brennbarer Körper nothwendig, und einer, der von diesem angezogen wird und denselben wieder anzieht. Man könnte diese der Brennbarkeit gegenüberstehende Eigenschaft die feuernährende, oder besser zündungsfördernde nennen. Beide sind in gleichem Grade zur Verbrennung nothwendig. Dasz also die Körper, welche wir die Brennbaren genannt haben, diesen Namen bekommen, ist etwas Willkührliches, und rührt davon her, dasz wir diese schon aus dem täglichen Leben kennen, und selbst mit den Körpern, welche auch etwas von der feuernährenden Eigenschaft haben, nur von der Seite der Brennbarkeit bekannt werden, da wir sie gewöhnlich nur in Wechselwirkung mit der Luft und Wärme erblicken, nicht



aber mit den höchst brennbaren Körpern. Hierzu kommt noch, dasz der Körper, welcher in allen gewöhnlichen Fällen der feuernährende ist, nur als Luft mitwirkt, und seine chemische Verbindung mit dem verbrennenden Körper daher lange verkannt wurde. Bestände die Atmosphäre aus Hydrogengas, statt aus Oxygen, so würden die an Oxygen reichen Körper brennbare genannt worden seyn, und das Oxygengas selbst als ein brennbares angesehen werden. Man würde dann, wenn alles sonst unverändert bliebe, nur die Bemerkung machen, dasz fast alle brennbare Körper beim Verbrennen eine Zerlegung erlitten. Es würde interessant seyn es recht zu überlegen, wie alles erfolgen würde auf einem Weltkörper, wo die Stoffe, welche wir hier feuernährend nennen, allem so zur Grundlage dienten, wie auf unserer Erde die, welche wir brennbare genannt haben, und wo also nach unserm Sprachgebrauch die Atmosphäre brennbarer Natur wäre, statt dasz die unsrige feuernährender ist. Es liesze sich doch eine ganze Organisation auf derselben denken, welche sodann durchaus die umgekehrte der unserigen seyn würde. Man hat über die Natur der Kometen schon so viele Vermuthungen gewagt; warum sollten wir uns denn scheuen wenigstens die Frage darüber aufzuwerfen, ob sie nicht vielleicht solche Weltkörper sind?<sup>1</sup> — Doch es verhalte sich nun dieses alles wie es wolle, wir haben auf Veranlassung dieser Betrachtungen, wenn wir uns so ausdrücken dürfen, einen unpartheiischen Blick auf die beiden Klassen der feuerbildenden Körper geworfen, und können nun um so viel leichter ohne Verwirrung und Miszverständnisse darüber sprechen, da wir deutlich gesehen und anerkannt haben, dasz die Benennungen: brennbare und feuernährende Stoffe, an sich willkührlich umgewechselt werden können, für unsern nächsten Erfahrungskreis aber so am besten angenommen werden, wie sie jetzt gebräuchlich sind.

Da wir in dem bisherigen Gang unserer Betrachtungen uns besonders mit der Abnahme der Brennkraft bekannt gemacht, und dadurch dieselbe in so vielen Abstufungen erblickt haben, dasz

<sup>1</sup> Wenn wir es annehmen dürften, dasz der ganze Himmelsraum mit einer oxygenhaltigen Luft angefüllt wäre, welche wir uns übrigens so verdünnt vorstellen könnten, wie wir wollten, so würde man sich hieraus auch das Leuchten der Kometen erklären, indem nämlich die allgemein verbreitete Luft in der Nähe des Kometen durch dessen Anziehung verdichtet werden, und so mit der Atmosphäre desselben eine Verbrennung bewirken müszte. Das hiedurch in dem Umfange der Atmosphäre hervorgebrachte Licht würde uns nicht erlauben, den dunklen Theil der Luft zu sehen, sondern nur den Kern durchblicken lassen. Von der Sonne könnte man sich ähnliche Vorstellungen machen.

wir am Ende auf die Idee der absoluten Unverbrennlichkeit kamen, so wird es auch noch das bequemste seyn, diesen Gang fürs erste zu verfolgen. Wir müssen aber hierbei wohl zusehen, uns nicht durch einige sehr täuschende Erscheinungen irre führen zu lassen. Mehrere Körper nämlich sind unter gewissen leicht hervorzubringenden Umständen sehr brennbar, ob sie gleich unter denjenigen Bedingungen, worunter wir andre Körper am häufigsten betrachten, nur eine sehr geringe Brennbarkeit äuszern. Wir müssen also hier recht darauf aufmerksam seyn, die Vergleichung nur für ähnliche Bedingungen zu machen. So z. B. darf die Kohle, welche in höhern Temperaturen den gröszten Theil der verbrannten Körper in den unverbrannten Zustand zurückführt, doch nicht als ein sehr brennbarer Körper betrachtet werden, denn in der gewöhnlichen Temperatur, in welcher wir alle Körper vergleichen müssen, weil wir sie in dieser am vollkommensten kennen, zeigt sie sich weit weniger oxydabel, als entweder Gold oder Platin, da sie nur sehr wenig von den Säuren angegriffen wird, welche jene oxydiren und auflösen. Auch finden wir die Kohle in den galvanischen Wirkungen mehr auf der negativen Seite, als irgend eins der edleren Metalle; welches, einer allgemeinen Erfahrung zufolge, anzeigt, dasz sie weniger brennbar seyn musz. So ist auch der Schwefel in höhern Temperaturen ziemlich brennbar, in den niedern dagegen ist er weniger brennbar, als irgend eins der edlen Metalle. In den höhern erreicht er aber nie eine Brennbarkeit, welche sich mit der der Kohle vergleichen liesze. Der Schwefel ist daher für die gewöhnliche Temperatur den am wenigsten brennbaren Körpern beizuzählen. Was nun die Erhöhung der Brennbarkeit zugleich mit der Temperatur betrifft, so ist dieses gewisz kein einfaches Phänomen, sondern von mehreren Umständen abzuleiten, wie uns *Berthollets* Untersuchungen auch belehren. Die Schwächung der Cohäsion durch die Wärme, und die Tendenz der aus einer Mischung hervorzubringenden Oxyde Luftform anzunehmen, mögen hierbei am thätigsten seyn. Die desoxydirende Kraft, welche die Kohle auf die meisten, und der Schwefel auf sehr viele Oxyde äuszert, möchte daher grösztentheils von der Tendenz der Kohlensäure und der schwefelichten Säure zur Luftform, wie auch bei dem Schwefel von seiner Bestrebung sich mit den Metallen zu vereinigen, herrühren. Noch ein Beweis der geringen Brennbarkeit, sowohl der Kohle als des Schwefels, ist es auch, dasz sie, mit dem



Oxygen verbunden, so wenig Contraction geben, denn starke und innige Verbindungen geben immer eine solche. Dasz die Schwefelsäure in einem sehr verdichteten Zustand vorkommt, rührt nach den neuern Untersuchungen gewisz von ihrer Verbindung mit einem kleinen Antheil Wasser her. Bei dem Schwefel kommt noch ein sehr merkwürdiger Umstand vor: dasz er sich nämlich mit mehreren Metallen nicht blosz verbinden lässt, sondern mit einer groszen Heftigkeit diese Verbindung sucht, und dabei, ohne Hinzukunft von Oxygen, viel Licht und Wärme entwickelt. Hierdurch verräth sich nun unläugbar eine ziemlich hervorstehende Anziehung zum Brennbaren, oder mit andern Worten, eine ziemlich beträchtliche zündungsfördernde Eigenschaft. Dasz der Schwefel mit dem Hydrogen eine Säure giebt, ist noch eine zweite Analogie desselben mit dem Oxygen. Der Umstand aber, dasz Schwefel und Hydrogen ein Gas bilden, könnte gegen die Annahme einer ziemlich groszen Anziehung zwischen beiden zu streiten scheinen; aber wir brauchen ja diese Anziehung nicht gröszer anzunehmen als die des Oxygens und des Schwefels, welche auch eine luftförmige Verbindung giebt.

In dem Tellurium findet sich auch die zündungsfördernde Eigenschaft im Uebergewicht; denn in der galvanischen Wirkung zieht es, als positiver Leiter gebraucht, kein Oxygen an, an dem negativen aber hydrogenirt es sich. Auch giebt es mit dem Hydrogen, wie *Davy* gefunden hat, eine Säure.

Bekanntlich hat *Davy* in den neusten Zeiten behauptet, dasz die sogenannte oxydirte Salzsäure ein einfacher Körper sey, dem er den Namen Chlorine giebt, und welcher mit dem Hydrogen die Salzsäure hervorbringt. Man kann nicht läugnen, dasz er es höchst wahrscheinlich gemacht habe, dasz sich seine Chlorine mit vielen brennbaren Körpern vereinige, ohne sich zu desoxydiren; und gezeigt, dasz sich diese Verbindungen, ohne Hinzukunft des Wassers, gegen brennbare Körper gar nicht wie oxygenhaltige gezeigt haben. Hiezu kommt noch, dasz diese Chlorine unter den gewöhnlichen Umständen keine Neigung zeigt, sich mit den Alkalien zu verbinden. Sollte sich die hieraus geschlossene Einfachheit derselben durch die Revision und weitere Entwicklung aller Thatsachen bestätigen, so hätten wir noch einen höchst feuernährenden Körper auszer dem Oxygen. Was nun aber diesem entgegensteht, ist die grosze Analogie, welche die Chlorine mit der schwefelichten und salpetrichen

Säure hat. Alle drei sind sie luftförmig, aber verdichten sich leicht mit dem Wasser. Die salpetrichte Säure hat eine so schwache Anziehung für die Alkalien, dass ihre Vereinbarkeit mit denselben sehr lange verkannt wurde; mit Oxygen aber gesättiget, als Salpetersäure, eine grössere. Die Verbindung der oxydirten Salzsäure mit den Alkalien ist vielleicht nicht krystallisabel, und deshalb übersehen worden. *Davy* gesteht doch selbst, dass trocknes Ammoniakgas sich mit trockner oxydirter Salzsäure unmittelbar verbindet. Mit Oxygen gesättiget, ist die oxydirte Salzsäure eine dichtere, mit den Alkalien vereinbare, Säure. Durch Hitze geben sowohl Salpeter, als auch hyperoxydirtes salzsaures Kali Oxygengas. Die oxydirte Salzsäure zerstört Pflanzenfarben und ansteckende Ausdünstungen; die schwefelichte Säure thut dasselbe; und ebenfalls die salpetrichte, nur dass sie gewöhnlich wieder eine gelbe Farbe hervorbringt. Auch greifen alle diese drei Säuren das Gold an, nur mit sehr ungleicher Kraft. So viele Aehnlichkeiten machen es immer sehr bedenklich, diese Stoffe in verschiedene Klassen zu setzen. Wollte man sie aber alle als einfach betrachten, so würde man auf andre Schwierigkeiten stossen. Man müsste dann den Schwefel aus Hydrogen und schwefelichter Säure zusammensetzen, und annehmen, dass bei der Verbrennung des Schwefels im ersten Grade nur eigentlich dessen Hydrogen verbrenne, das hervorgebrachte Wasser aber mit der schwefelichten Säure verbunden bleibe, welches schon mit der Analogie der Erscheinungen der Salzsäure im Widerspruch steht. Noch schwieriger wird die Sache bei der salpetrichten Säure. Wenn diese einfach wäre, so müsste man annehmen, dass sie mit dem Hydrogen entweder Stickstoff, oder gasförmiges Stickstoffoxyd bilde. Wegen der Erscheinungen des Ammoniaks aber, würde man weiter genöthiget seyn, das Hydrogen als ein Ammoniumoxyd anzunehmen. Es entstände dann eine grosse Frage über folgende Verbindungen. Entweder wäre Ammonium + 1 Theil salpetrichte Säure = Hydrogen, Ammonium + 2 Theile salpetr. Säure = Ammoniak, Ammonium + 3 Theile salpetr. Säure = Stickstoff u. s. w., oder man müsste annehmen, das Hydrogen sey ein Ammoniumoxyd vermittelt Oxygen, Azot aber ein ähnliches durch salpetrichte Säure, Ammoniak also eine Verbindung zweier Oxyde, was abermals nicht sehr in der Analogie stimmen würde. Ob man das gasförmige Stickstoffoxyd als eine Verbindung aus Oxygen und Azot, oder aus Azot und salpetrichter Säure annehmen wollte, wäre abermals eine Frage.



Man könnte auch, von einer Seite mit etwas mehr, von einer andern mit weit weniger Analogie, das gasförmige Stickstoffoxyd für das Einfache nehmen, und daraus die übrigen Verbindungen ableiten. Es ist also klar, dass man nicht, ohne sich in grosse Schwierigkeiten zu verwickeln, die oxydirte Salzsäure, oder *Davysche* Chlorine, für einen einfachen Stoff nehmen kann; ob aber diese Schwierigkeiten zu überwinden wären, müssen fortgesetzte experimentale Untersuchungen lehren. Noch darf man die Akten nicht als geschlossen ansehen. Selbst die wichtigen Einwendungen, welche *Berzelius* aus den quantitativen Verhältnissen der Bestandtheile dagegen gemacht hat, und welche noch hinzuzufügen sind, dürfen uns nicht ganz entscheiden; denn man würde vielleicht durch eine ausgedehntere Analogie eben in den Erscheinungen eine Gesetzmässigkeit entdecken, wo jetzt die neue Vorstellungsart uns nur noch Widersprüche darbietet.

Gesetzt aber, dass diese jetzt benannten Stoffe ferner wie bisher als zusammengesetzte angesehen werden müssten, so käme es doch auf die Frage an, ob sie nicht dessen ungeachtet mit den brennbaren der aufgestellten Reihe eine Aehnlichkeit hätten? Denn es ist doch gar zu wahrscheinlich, dass auch diese zusammengesetzt sind. Wegen ihres Uebergewichts an brennbarer Eigenschaft wird man ausser Stande seyn ihnen den zündungsfördernden Stoff zu entziehen, bevor wir nicht einen Stoff gefunden haben, der eben so geschickt wäre brennbare Stoffe anzuziehen, als das Kalium oder das Eisen die feuernährenden. Es käme also nur darauf an, ob nicht die benannten feuernährenden Stoffe in ihrer Zusammensetzung etwas Analoges mit der Zusammensetzung der brennbaren Körper hätten, oder ob sie nicht unter gewissen Umständen als unzerlegbare Körper wirken können, wenn sie gleich unter andern Bedingungen Wirkungen hätten, welche einer andern Reihe gehören. In diesem Falle würden sie auch dazu dienen, die Reihe auszufüllen. Doch dieses soll nur noch Frage seyn; es ist auch in dieser Rücksicht manches noch unaufgeklärt.

So viel können wir aber auf jeden Fall aus dem Vorhergehenden schliessen:

1. Kein bisher aufgestellter Begriff der Metalle giebt eine wahre Naturgrenze derselben von andern Körpern, sondern in der aufgestellten Reihe von den ausgezeichnetsten Metallen zu denen, die kaum mehr ein äusseres Gepräge davon haben, findet ein Ueber-

gang durch unmerkliche Abstufungen Statt. Wollte übrigens jemand einige Körper unter dem Namen der Metalle von den übrigen absondern, z. B. nur die Electricität und Wärme zugleich sehr vollkommen leitenden unverbrannten Körper dahin rechnen, so würden wir nichts dawider haben, wenn man diese Abgrenzung nur als eine willkührliche, nicht als eine Naturgrenze ansehen will.

2. Wenn wir etwas allen den hier zusammengestellten Körpern Gemeinschaftliches angeben sollten, so wäre es die Eigenschaft sich mit einander wechselseitig zu vereinigen. Und wenn wir diese Klasse von andern unterscheiden sollten, müszten wir daher von irgend einem oder einigen individuellen, und für die Klasse gleichsam centralen Stoffen ausgehen, und die andern nach ihrer Fähigkeit damit Verbindungen einzugehen beurtheilen; z. B. zu der metallischen Körperreihe gehörten alle die, welche sich entweder mit dem Golde selbst unmittelbar vereinigen lassen, oder auch mit solchen dem Golde verwandten Körpern ebenfalls unmittelbare Vereinigungen eingehen.

3. Alle Körper, welche wir ausgemachterweise zu dieser Reihe gezählt haben, sind bisher unzerlegt. Dieses darf nicht als etwas ganz Zufälliges angesehen werden; denn es beweiset, dasz sie das Gemeinschaftliche haben, allen bisher an Körpern versuchten Zerlegungsmitteln zu widerstehen. Da aber dieser Unterschied eben sowohl ein blosz quantitativer als ein qualitativer seyn kann, so hat er nur in so weit eine Bedeutung, als dieselben Körper mit dieser Aehnlichkeit noch andre verbinden.

4. Die Thätigkeit, welche durch diese Reihe geht, ist die, durch welche die Verbrennung hervorgebracht wird. Ein jeder darin aufgestellter Stoff enthält eine der Bedingungen des Feuers. Die ganze Reihe selbst ist aber als die Reihe der unverbrannten Stoffe zu betrachten.

5. Die allermeisten Körper unserer Reihe gehen mit den verbrannten Körpern keine Verbindungen ein. Ausnahmen sind aber der Schwefel und der Phosphor. Man würde sie ohne Bedenken zu den schon etwas verbrannten Körpern rechnen, wenn sie ihnen nicht durch die Eigenschaft sich mit den unverbrannten Körpern zu vereinigen, unähnlich wären. Jetzt stehen sie als verbindende Glieder auf dem Uebergange zwischen beiden Klassen. In ihren



Verbindungen ist manches noch aufzuklären. Wir wissen jetzt, dasz die Alkalien, welche bisher für ganz trocken gehalten wurden, noch Wasser enthalten. Vielleicht wird dieses bei der Zusammenschmelzung des Alkali mit jenen brennbaren Stoffen immer decomponirt, so dasz die Verbindung derselben mit den Alkalien keine unmittelbare wäre. Oder umgekehrt, sollte der Schwefel, welcher sich verflüchtigt, wenn ein andrer Theil sich mit einem Metall verbindet, vielleicht ein wenig oxydirter seyn als gewöhnlicher Schwefel, ein noch unbekannter brennbarer Schwefelstoff noch existiren?

6. Da natürlicherweise nur Körper, welche mit einander wechselseitige Verbindungen einzugehen fähig sind, eine Affinitätsreihe bilden können, so bilden die unverbrannten Körper also eine eigene Affinitätsreihe. Dieses ist gewisz die innerste und wichtigste Eigenschaft, so zu sagen die Wurzeleigenschaft unserer Reihe.

Die verbrannten Körper machen ebenfalls eine eigne zusammenhängende Reihe aus. Auch sie ist aus mehreren vorher für sich bestehenden Gruppen gebildet. Durch bestimmte Definitionen hatte man Alkalien, Erden, Metalloxyde u. s. w. durch scharfe Grenzen gesondert. Jene Grenzen, welche zu ihrer Zeit wohlthätig dazu dienten das Zusammengehörige zu umschlieszen, sind bei den weitem Fortschritten der Wissenschaft eine Zeitlang als schädlich zerstückelnde Theilungen stehen geblieben. Jetzt thut es kaum mehr Noth sie niederzureiszen, da wir nach der Entdeckung der Bestandtheile der Alkalien und Erdarten sie gewisz nicht mehr als Naturgrenzen anerkennen werden. Nur über die Begriffe der Alkalität und Acidität müssen wir einige Bemerkungen machen, nicht als ob diese auch nicht jetzt von vielen Chemikern richtig beurtheilt würden, sondern um auch einen jeden Anstosz, den der folgende Gebrauch dieser vielumfassenden Ausdrücke möglicherweise veranlassen könnte, ganz zu heben. Zum Wesen der Alkalien rechnete man nach altem Gebrauch, dasz sie einen scharfen Geschmack haben sollten, gewisse blaue Pflanzenfarben in grüne umändern, die Verbindung der Oehle mit dem Wasser vermitteln, Feuchtigkeit aus der Luft anziehen u. s. w. Fast alle diese Eigenschaften setzen voraus, dasz ein Alkali in Wasser auflöslich seyn müsse. Alle diese Eigenschaften hat man nun in dem Ammoniak, Kali, Natron, Baryt, Strontian, Kalk so vereinigt gefunden, dasz man nicht

ohne die willkürlichste aller Willkürlichkeiten sie von einander trennen, und einigen derselben den Namen Alkalien absprechen kann. Aber die Auflöslichkeit dieser Körper im Wasser nimmt in dieser Reihe, vom Ammoniak bis zum Kalke, so auszerordentlich ab, dasz man mit keinem Schein von Recht behaupten könnte, dasz nicht ein Alkali noch unauflöslicher seyn könne. Ueberträfe ein solches den Kalk eben so sehr an Schwerauflöslichkeit, als dieser bloß das Natron, so würde es in allen unsern Versuchen als unauflöslich erscheinen. Wir müssen also in den Alkalien eine Eigenschaft suchen, welche von der Unauflöslichkeit nicht abhängt, und eine solche finden wir leicht in dem Gegensatze der Alkalien mit den Säuren. Die wohlbekannte Eigenschaft der Alkalien, die hervorstechenden Eigenschaften der Säuren aufzuheben, und wiederum durch die Vereinigung mit diesen ihre eigne zu verlieren, ist die allen Alkalien gemeinschaftliche Eigenschaft, welche nicht von der Auflöslichkeit im Wasser oder irgend einem ähnlichen Umstand abhängig ist; denn wenn auch gewisse individuelle Verhältnisse ein Alkali verhindern sollten, sich mit einer oder einigen Säuren zu verbinden, so wird es doch andre geben, womit die Verbindung von Statten gehet. Fügen wir noch die wohlbekannte Erfahrung hinzu, dasz mit dem Verschwinden der säureaufhebenden Eigenschaft in der Vereinigung der Alkalien mit den Säuren auch alle übrige, der Alkalität zugeschriebene Eigenschaften verschwinden, so haben wir den vollständigen Satz, dasz die gewöhnlich angenommenen äusseren Kennzeichen der Alkalien von der Gegenwart einer sehr allgemein verbreiteten chemischen Eigenschaft, der säureaufhebenden Fähigkeit, abhängig sey, diese Fähigkeit aber von keiner andern uns bekannten äusern oder Nebenbedingung. Unter allen uns an den Alkalien bekannten Eigenschaften ist also die säureaufhebende die einzige, welche sich als Kennzeichen qualificirt. Will man aber einen Beweis von der alkalischen Wirkung unauflöslicher Stoffe auf blaue Pflanzensäfte, so färbe man diese nur erst mit einer Säure roth, und schütte darauf Magnesia hinzu; indem diese Materie sich in der Säure auflöst, wird sie nach und nach die Farbe wiederherstellen, eben wie eins der auflöslichen Alkalien gethan haben würde.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Der Verfasser hat dieses, so wie auch das Folgende, über den Zusammenhang der Alkalien und Säuren, in seiner Abhandlung über die Reihe der Säuren und Basen, im Decemberstück 1806 des *Gehlenschen Journals für Chemie und Physik* [P. 289, I. Bd. dieser Ausgabe], weiter aus einander gesetzt.



Alles, was hier von den Alkalien gesagt worden, lässt sich auch auf die Säuren anwenden. Ihr Geschmack, ihre Fähigkeit blaue Pflanzensäfte roth zu färben, u. s. w. sind von der Auflösbarkeit im Wasser abhängig, und verschwinden, wenn die Acidität durch ein Alkali aufgehoben wird. Also ist nur die Fähigkeit die Alkalität aufzuheben das, was in den Säuren beständig ist, und als Kennzeichen betrachtet werden kann. Was wir über die Wirkung der unauflöslichen Alkalien auf blaue Pflanzenfarben sagten, musz sich auch auf die unauflöslichen Säuren anwenden lassen. Wir wollen einen Versuch dafür anführen, der vielleicht niemals so angestellt worden ist, der aber in wohlbekannten Erfahrungen beinahe vollständig enthalten liegt. Man färbe Veilchensaft mit kaustischem Kali grün, und versuche nun vermittelst des Kali darin Scheliumoxyd aufzulösen. Wenn das Alkali sich nun so weit mit dem Oxyd gesättiget wie es kann, setze man Salpetersäure hinzu. Man wird dann finden, dasz die grüne Farbe durch weit weniger Salpetersäure, als sonst zur Sättigung des Kali nöthig seyn würde, aufgehoben, und in die rothe hinübergebracht werden kann. Dieses aber könnte nur dann geschehen, wenn das Scheliumoxyd etwas zu der Veränderung der Farbe mit beigetragen hatte. Versuche von gleicher Bedeutung werden sich für sehr viele andre Metall-oxyde anstellen lassen. Es ist also von keiner Seite ein Grund da, einen Körper wegen seiner Unauflösbarkeit im Wasser von den Säuren auszuschlieszen.

Nach diesem allen erkennen wir aber nur die Alkalien durch die Säuren, die Säuren wieder durch die Alkalien, befinden uns also in einem Zirkel von Begriffen. Diesem ist nur auf dieselbe Weise zu entgehen, wie oben in einem ähnlichen Falle bei den Metallen. Man musz nämlich einige ausgezeichnete Körper auswählen, mit welchen man alle übrigen vergleicht, wenn man ihre Stelle bestimmen will. Man könnte z. B. sagen: ein jeder Körper, welcher durch seine unmittelbare Verbindung mit andern (ohne vorauszusetzende Decomposition) dieselben hervorstechenden Eigenschaften darin aufhebt, wie die Salpetersäure, wirkt als Säure: der aber, welcher in seiner unmittelbaren Verbindung mit andern Körpern dieselben Eigenschaften darin aufhebt wie das Ammoniak, wirkt als Alkali. In manchen Körpern findet man sowohl alkalische als saure Wirkung, wie in dem gelben Bleioxyd und in so vielen

andern Metalloxyden, welche beide auf Alkalien und Säuren starke Wirkungen äuszern. Nicht selten findet man beide Wirkungsarten ziemlich im Gleichgewichte, wie eben im Bleioxyde, auch in der Thonerde u. s. w. Man ersiehet hieraus, dasz man nur solche Körper Alkalien oder Säuren nennen darf, in welchen eine der Kräfte besonders überwiegend ist. Wegen dieses gemeinschaftlichen Vorkommens der Acidität mit der Alkalität, ist es auch unmöglich eine scharfe Grenze zwischen ihnen zu ziehen. Denn stellt man z. B. die Alkalien nach der Leichtigkeit auf, womit sie durch ihre Alkalität auf andere Körper wirken, so folgen sich fürs erste in einer ziemlich zusammenhängenden Reihe, Ammoniak, Kali, Natron, Baryt, Strontian, Kalk, Magnesia. An diese könnte man nun sehr leicht viele andre Metalloxyde anschlieszen, z. B. das Zinkoxyd. Um aber nur bei den sehr schwerreductiblen stehen zu bleiben, nennen wir die Zirkonerde, welche mit der Magnesia noch Analogien genug hat. Von dieser gehen wir zu dem Thone über, welcher schon die saure und alkalische Eigenschaft so ziemlich in Gleichgewicht enthält. Neben diesem liegt nun die Glucine, welche noch weniger Alkalität zu besitzen scheint, und neben dieser wiederum die Kieselerde, welche weit leichter mit den Alkalien als mit den Säuren sich vereinigt, und mit den ersten wirklich neutrale Verbindungen darstellt. Dieser zur Seite müssen wir nun das Tantaliumoxyd stellen, welches gar nicht mit Säuren, wohl aber mit Alkalien Verbindungen eingeht, und mit dieser Eigenschaft, nach *Klaproth*, noch die Schwerreductibilität der Erden verbindet. Neben dem Tantaliumoxyd wird man sich aber nicht wundern die gesättigten Oxyde des Molybdäns und Scheliums zu sehen. Von diesen aber ist der Schritt zu der Chromsäure und Arseniksäure nicht grosz. An die Arseniksäure schlieszt sich nun die Phosphorsäure, an diese die Schwefelsäure, u. s. w. Es würde nicht schwer seyn, durch Einschaltung mehrerer Metalloxyde die Lücken noch weiter auszufüllen, das Gesagte wird aber schon hinreichend seyn, um das, was wir beabsichtigen, zu beweisen. Eine vollständige Aufstellung aller Oxyde, nach ihrer Alkalität oder Acidität, wird aber erst dann gelingen, wenn man nach berichtigten Grundsätzen alle diese Stoffe mit Rücksicht auf diese Eigenschaften untersucht.

Nachdem wir aber jetzt uns überzeugt haben, dasz die Alkalien und Säuren eine zusammenhängende Reihe ausmachen, müssen



wir auch gestehen, dasz es für den bequemen Ausdruck sehr nützlich, ja beinahe nothwendig ist, durch willkührliche Grenzen Gruppen von Körpern zu unterscheiden, welche gewisse für manchen Gebrauch taugliche Eigenschaften vereinigen. So kann man Ammoniak, Kali und Natron schicklich unter dem Namen der leichtauflöslichen Alkalien zusammenfassen. Baryt, Strontian und Kalk könnten die schwerauflöslichen Alkalien heißen. Magnesia, Cereriumoxyd, Eisenoxydul, und die, welche damit übereinkommen, könnten wegen ihrer gar geringen nicht zu bemerkenden Auflöslichkeit im Wasser, die unauflöslichen Alkalien genannt werden. Die Säuren könnte man ebenfalls nach ihrer Auflösbarkeit eintheilen, am besten vielleicht bloß in die auflöslichen und unauflöslichen. Für manchen andern Zweck würde es bequemer seyn, sie in die höchstflüchtigen, nichtflüchtigen und feuerbeständigen zu theilen, wo denn die Grenzen ziemlich willkührlich zu setzen wären. In die erste Klasse wären die, welche leicht in Luftform erscheinen, zu stellen, in die zweite die Salpeter- und Schwefelsäure, in die dritte die Phosphorsäure, Arseniksäure, Boraxsäure u. s. w. Ebenfalls könnte man zu andern Zwecken die Säuren in die leichtdecomponiblen, wie hyperoxydirte Salzsäure, Salpetersäure, oxydirte Salzsäure (wenn die alte Theorie derselben die richtige seyn sollte), die mittlerdecomponiblen, wie Schwefelsäure, Phosphorsäure, Arseniksäure, Chromsäure, und endlich die schwerdecomponiblen, wie Flussspathsäure, Salzsäure (unter Voraussetzung der gewöhnlichen Theorie), Boraxsäure u. s. w. eintheilen. Diese letzte Eintheilung würde auch in manchen Fällen einen bequemen Gebrauch gewähren, wenn man sie auf alle verbrannte Körper überhaupt anwenden wollte. Der unauflösliche, schwerdecomponible, verbrannte Körper, würde so ziemlich mit dem alten Begriff einer Erde übereinkommen.

Aus den Säuren und Alkalien entstehen die Körper, welche wir jetzt Salze nennen. Auch die Bedeutung dieses Worts hat man zu verschiedenen Zeiten auf verschiedene Weise sehr willkührlich bestimmt. Erst wollte man immer einen Geschmack dabei haben; in späterer Zeit richtete man die Aufmerksamkeit vorzüglich auf die Krystallisabilität; und noch in den neuesten Zeiten hat man einmal die Auflöslichkeit im Wasser als Kennzeichen der Salze annehmen und aus diesem Grunde sogar den Weingeist selbst unter die Salze aufnehmen wollen. Jetzt ist man ziemlich allgemein dar-

über einig, dasz man die Salze nur nach der Zusammensetzung bestimmen darf, und dasz alle andre Bestimmungen zu sehr trennen, was in vielen andern Rücksichten zusammengehöre. Man scheuet sich also nicht mehr, den Fluszspath, den Marmor, den Schwerspath unter die Salze zu setzen, ungeachtet sie doch auch als wahre Steinarten zu betrachten sind. Folgen wir aber nun mit Consequenz diesem Wege, so müssen wir eine jede Zusammensetzung aus zwei oder mehreren Körpern, worin die Verbindung vermittelt Alkalität und Acidität geschehen ist, ein Salz nennen. Auf diese Weise wäre auch eine jede zusammengesetzte Glasart als ein Salz zu betrachten; was denn auch mit der Sprödigkeit, der Durchsichtigkeit, der isolirenden Eigenschaft der übrigen Salze sehr wohl übereinkommt.

Die Salze gehen als Salze kaum eine Verbindung mit den kräftigeren Alkalien oder Säuren ein, sondern, wenn eine solche Statt zu finden scheint, so ist es wohl das hinzukommende Alkali, welches sich, neben dem im Salze, an die Säure desselben bindet, oder die hinzukommende Säure, welche sich, neben der im Salze, mit dem Alkali darin vereinigt. Die verbrannten Körper aber, welche ein Gleichgewicht der Alkalität und Acidität haben, scheinen sich mit den Salzen als solchen zu verbinden. Unter andern ist dieses mit dem Wasser der Fall. Ueberall unterscheiden sich die Salze sehr wenig von den verbrannten Körpern, welche Gleichgewicht der Alkalität und Acidität haben. Mit dem allen werden sie doch immer eine eigne Klasse ausmachen, zu welcher nur die dem Gleichgewicht nahen Körper unter den Oxyden die Uebergangsstoffe bilden.

Vergleichen wir nun unsere aufgestellten drei Klassen, so finden wir:

1. In der ersten sind sehr viele ductile Körper enthalten, in der zweiten und dritten kein einziger.

2. In der ersten Klasse sind bei weitem die meisten Körper undurchsichtig; in der zweiten sind sie mit sehr geringer Ausnahme durchsichtig, wenn sie nur ein Continuum ausmachen; in der dritten sind alle durchsichtig.

3. Mit sehr wenigen Ausnahmen sind die Körper der zweiten Klasse schwerer zu schmelzen als die der ersten, und zugleich sind sie härter. Die der dritten sind schwerschmelzbarer, als sie nach



dem Mittel aus der Schmelzbarkeit der Bestandtheile seyn sollten, wenn sie aus sehr starken Alkalien und Säuren zusammengesetzt sind; sonst aber oft leichtschmelzbarer. Das Verhältnisz ist überhaupt hier sehr zusammengesetzt.

4. Die Körper der ersten Klasse sind meistens sehr gute Leiter der Electricität; die der zweiten aber im festen Zustande, mit sehr wenigen Ausnahmen, schlechte Leiter. Geschmolzen leiten sie ziemlich gut, doch bei weitem nicht wie die Metalle. Wenn die Körper der dritten Klasse wasserfrei und fest sind, leiten sie schlecht; mit etwas Wasser verbunden leiten sie schon besser.

5. Daz die Körper jeder Klasse eine eigne Affinitätsreihe bilden, doch so, daz der Gegensatz der ersten gegen die beiden letzten weit schärfer ist, als der, den diese unter sich haben, ist schon mehrere Mal bemerkt worden. Man sieht leicht, daz in diesem einen Unterschiede unzählige andre liegen, z. B. daz die Metalle im Wasser unauflösbar sind, sich nicht ohne vorhergehende Oxydation in Säuren auflösen, in irdenen Gefäßen geschmolzen mit einer ausgewölbten (convexen) Oberfläche stehen u. s. w.

6. Die drei Klassen bilden nicht bloz verschiedene Affinitätsreihen, sondern auch verschiedene Reihen der Zusammengesetztheit. Man könnte sie daher auch die Reihen des ersten, zweiten und dritten Grades der Zusammengesetztheit nennen. Denn sollte es sich zeigen, daz der Schwefel, der Phosphor u. s. w., welche wir als Uebergangsstoffe bezeichnet haben, eine den Oxyden ähnliche Zusammensetzung haben, so würde man sie unter sie hinstellen, da sie doch als Uebergangsstoffe beinahe mit gleichem Grunde nach beiden Seiten gezogen werden können. Was die übrigen noch unzerlegten Körper betrifft, so ist es zwar auf keine Weise zu bezweifeln, daz sie zusammengesetzt sind; alle Analogien aber überzeugen uns, daz die Zusammensetzung wenigstens eine andre Form, eine durchaus andre Art der Innigkeit, als die der verbrannten Körper haben müsse. Es würde sich aber bei der Zerlegung der Stoffe der ersten Klasse noch eine höhere Ordnung bilden. Ob einige der jetzt bekannten Körper nicht vielleicht am eigentlichsten dahin gehören, z. B. das Oxygen, ist noch nicht auszumachen, aber doch sehr zu bezweifeln, da man vielmehr bei dieser Entdeckung auch die eines Principis, woher das Oxygen sein

Wesen habe, erwarten musz. Noch müssen wir über diese Grade der Zusammengesetztheit die Bemerkung machen, dasz viele Verbindungen von Körpern einer Reihe, wegen ihrer Homogeneität, durch eine sehr geringe chemische Thätigkeit zu Stande gebracht werden können, daher sich auch ihre innere chemische Natur nicht merklich ändert. Solche Verbindungen, welche man, mit *Winterl*, *syndomatische* nennen könnte, bleiben nun auf derselben Stufe der Zusammengesetztheit stehen; die aber, welche durch sehr entgegengesetzte Kräfte zu Stande gebracht werden, wie alle Verbindungen mit Oxygen, die Verbindung der schwerverbrennlichsten Körper mit Hydrogen, gehen in die zweite Affinitätsreihe über. Eben so ist eine Verbindung zweier Alkalien oder zweier Säuren immer noch als Alkali oder Säure, nicht als Salz zu betrachten; da aber, wo die Verbindung dadurch hervorgebracht worden, dasz eine grosze Heterogeneität durch die gegenseitige Anziehung der Alkalität und Acidität gehoben ist, da erst haben wir den Körper dritter Reihe, das Salz.

Wir fingen den hier gemachten Versuch einer Anordnung der Stoffe damit an, dasz wir die gewöhnliche Eintheilungsweise verwarfen, welcher zufolge man nach gewissen äuszern Kennzeichen Begriffe bildete, worunter alles geordnet werden soll. Wir sahen schon in der Geschichte dieser Begriffe ihre Willkührlichkeit, und ihre Unzulänglichkeit für den gegenwärtigen Zustand der Wissenschaft. Wir versuchten nun eine Zusammenstellung der Körper nach der Aehnlichkeit, indem wir jedem gegebenen den ähnlichsten an die Seite setzten, und uns besonders hüteten wegen Gradverschiedenheiten Trennungen zu machen. Auf diese Weise sind wir nun zu drei Reihen oder Klassen gekommen, welche uns bedeutende innere und offenbar wesentliche Verschiedenheiten zeigen. Wenn man nämlich fragen wollte: welches ist die Haupteigenschaft eines Stoffes, wodurch er am meisten sein chemisches Wesen an den Tag legt? so kann die Antwort kaum eine andre seyn, als: die Art der chemischen Verbindungen, welche er eingeht. Aber eine ausgezeichnete Verschiedenheit dieser finden wir eben bei der letzten Uebersicht in unsern Reihen. Die Gleichartigkeit der einzugehenden chemischen Verbindungen aber macht auch, dasz die Körper eine eigne Affinitätsreihe bilden, und in diesem Ausdrücke sieht man wo möglich noch vollkommner, dasz sie zu einer chemischen Reihe gehören. Die dritte denkbare



chemische Grundverschiedenheit könnte in der Zusammensetzung liegen. Wir haben aber auch gesehen, dass die drei Reihen durch drei Grade der Zusammengesetztheit begründet waren. Man sieht leicht, dass diese drei Bestimmungen nur verschiedene Ansichten einer Sache sind, aber die Wichtigkeit derselben wird darum um so mehr einleuchtend. Wir dürfen also wohl glauben, eine natürlichere und festere Anordnung der Stoffe gefunden zu haben, als die, welche bisher in der Chemie gebräuchlich war.

Wir können aber, durch einen Blick auf das Ganze des Verfahrens der Natur, noch eine tiefere Begründung für diese Ueberzeugung finden. Wir sehen hier nicht eine blosze Zusammenhäufung von Theilen, welche sich vielleicht willkürlich zusammenreihen lieszen, sondern ein in unaufhörlicher Entwicklung begriffenes Ganzes, das sich abermals in jedem seiner Theile darstellt. In ihren Gesetzen ewig, lässt sie die Gegenstände sich ohne Aufhören verwandeln. Jedes ihrer Werke fängt sie von einer nach auszen einfachen Grundanlage an, und entwickelt aus den darin schlummernden Kräften allmählich ein Geschöpf, das endlich in einer grenzenlosen Mannichfaltigkeit und zugleich beschaulicher Einheit dasteht. Von diesem Punkte aus aber fängt sie an es wieder zu vernichten, um in neuen Geschöpfen die ewige Thätigkeit und das ewige Gesetz darzustellen. Auf diesem Wege nun von Verwandlung zu Verwandlung, bringt sie ihre Kräfte unter die verschiedensten Wirkungsformen, und den Raum, welcher mit einer solchen eigenthümlichen Thätigkeit, die unsern Sinnen aber als Ruhe erscheint, erfüllt ist, nennen wir einen Körper. Ein jeder Organismus zeigt uns dieses Verfahren der Natur. So fängt ein jedes Gewächs von der kaum erkennbaren Anlage in der befruchteten Blume an, sich von einem Grade zu dem andern zu entwickeln, bis es sich endlich in ein vollendetes Gewächs, das abermals die Keime neuer Gewächse in sich enthält, verwandelt hat. Auf diesem Wege nun entwickeln sich neben den Formen die Stoffe. Sauerstoff, Wasserstoff, Kohlenstoff müssen sich inzwischen auf die vielfältigste Weise verbinden, um jene eigenthümlichen Bestandtheile zu bilden, welche unsre zerlegende Kunst aus den Gewächsen herausziehet. Aber keiner dieser Bestandtheile ist bleibend, sondern ist nur als Uebergang zu einem neuen zu betrachten. Selbst in dem zur vollkommensten Entwicklung gediehenen Ge-

wächse ist jeder Bestandtheil noch immer auf dem Uebergange zu neuen, welche sich während der Abnahme bilden sollen.

Wenden wir nun dieses auf unsern Gegenstand an. Die unorganischen Körper gehören der Erde. Diese hat sich, eben sowohl als die organischen Körper auf ihr, in der Zeit entwickelt, und entwickelt sich noch immer weiter fort. So wie Gummi, Zucker, Harz u. s. w. nur verschiedene Entwicklungsstufen derselben Grundstoffe in den Gewächsen sind, so müssen es auch die unorganischen Stoffe in der Erde seyn. Gewisz sind auch sie durch eine in entgegengesetzte Richtungen von einer einfachen Grundlage ausgehenden Entwicklung gebildet worden, und bei immer fortgesetztem Uebergange des einen in das andre verändert, bis endlich die bildende Thätigkeit zugleich mit jenen groszen Umwälzungen, die in einem frühern Alter unsern Erdkörper so vielfältig verwandelten, zu der gegenwärtigen Langsamkeit und Schwäche herabsank, wo sie sich zwar dem Unaufmerksamen bis auf einen gewissen Grad entzieht, aber weit davon entfernt ist vernichtet zu seyn. Sind nun aber alle Stoffe der Erde nichts als Ruhepunkte der Thätigkeit, womit die Natur in der Bildung der Erde von Werk zu Werk fortschreitet, so machen die Stoffe eine Darstellung des Gesetzes jener Entwicklung aus. Es ist also klar, dasz die naturgemäze Anordnung der Stoffe eine nach Gesetzen sich entwickelnde Reihe ist.

Wir können nun auch hieraus mehrere Gesetze für die Bildung solcher Reihen ableiten, und darnach die unsrigen prüfen.

1. Zur Einfachheit der Reihe ist erforderlich, dasz die Glieder alle aus dem nächsten möglichen Entwicklungsganzen genommen werden. So ist der Erdkörper das nächste Entwicklungsganze für alle anorganische Körper. Ein entfernteres würde es schon seyn, wenn man die Erde mit allen Organisationen darauf als eine in sich geschlossene kleine Welt nehmen, und danach alle organische Produkte mit den anorganischen in eine Reihe aufnehmen wollte. Solche Reihen lassen sich auch bilden, sind aber mehr zusammengesetzt, und erfordern daher die gröszte Vollkommenheit der Wissenschaft. Fürs erste müssen wir streben, aus jedem dieser Entwicklungsganzen eigene Reihen zu bilden. Ihr Parallelismus wird äusserst lehrreich seyn. So müssen das Harz, das Wachs und die Oehle die mit der metallischen parallelen der organischen Natur ausmachen. Ihre Bestandtheilsverhältnisse, ihre Uebergänge in



einander, insonderheit aber die Art wie sie sich zerlegen, wenn sie oxydirt werden, werden uns vielleicht einst über die Natur der Metalle merkwürdige Aufschlüsse geben. Die Bestandtheile, welche die organische und anorganische Natur gemein haben, würden auch zu mancher Aufklärung Veranlassung geben, besonders wenn man noch mehr genaue Untersuchungen über dieselben hätte, in wie fern sie durch den organischen Procesz hervorgebracht, oder nur aus der anorganischen Natur aufgenommen werden. Schwefel und Phosphor haben eine sehr grosze Aehnlichkeit mit den organischen fett- und harzähnlichen Bestandtheilen, und gehören vielleicht zu den interessantesten Verbindungsgliedern beider groszen Naturabtheilungen: die Kohle ebenfalls. Dasz diese auch der anorganischen Natur mit demselben Rechte wie irgend ein Metall angehöre, sehen wir daraus, dasz wir die Kohlensäure schon in dem Kalksteine der Urgebirge, ehe noch eine Bildung von Pflanze oder Thier sich nachweisen lässt, in groszer Menge vorfinden. Das Eisen scheint allen Naturperioden und Naturreichen anzugehören. Die Kalk- und Kieselerde ebenfalls: doch so, dasz jene in der thierischen Natur, diese in der vegetabilischen vorzugsweise verbreitet ist. Der Stickstoff gehört, wie bekannt, vorzugsweise der thierischen Natur, ist aber durch seine Gegenwart in der Atmosphäre auch mit der anorganischen verbunden. Es verdienten gewisz diese und mehrere gemeinschaftliche Stoffe eine ganz eigene Untersuchung, blosz mit Rücksicht auf dieses gemeinschaftliche Vorkommen.

2. Es musz auch die einfache Reihe demselben Grade der Entwicklung gehören, z. B., in den von uns aufgestellten Reihen, derselben Stufe der Einfachheit oder Zusammengesetztheit.

3. Diese Bedingungen können nur dazu dienen, das was nicht zusammengehört von einander zu sondern, und in so weit sind sie als Wegweiser zu dem Wahren anzusehen. Sie werden aber auch unmittelbar erfüllt seyn, sobald man die rechte Wurzeleigenschaft einer Reihe entdeckt hat, wodurch sie eigentlich charakterisirt, und von andern unterschieden wird. Um diese Wurzeleigenschaft zu finden, musz man immer die blosz graduellen Eigenschaften ausschlieszen; weil eine Eigenschaft veränderlicher Grösze auch = Null werden, ja in die entgegengesetzte übergehen könnte. Eine Ausnahme hiervon würde doch eine abgeleitete Eigenschaft machen,

welche eine Function andrer wäre, von solcher Beschaffenheit, dasz ihr Minimum eine endliche Grösze wäre. Noch aber haben wir in der Chemie keinen Fall, wo wir dieses wüssten. Wo wir also eine solche sichere Kenntniz nicht haben, sind Eigenschaften, die nicht grösser oder kleiner werden können, z. B. dasz die chemischen Stoffe eine Affinitätsreihe mit einander bilden sollen, das vorzüglichste.

4. Hat man erst die Wurzeleigenschaft entdeckt, so findet man auch leicht eine damit zusammenhängende Hauptthätigkeit, die mit veränderlicher Grösze durch die Reihe hindurchgeht, wie z. B. Brennbarkeit in der ersten unserer Reihen. Man stellt nun den Körper, worin diese Kraft am meisten überwiegend ist, an das eine Ende der Reihe, den ihm an überwiegender Kraft am nächsten kommenden daneben, u. s. w. Es geht nun mit einer solchen Reihe wie mit einer abnehmenden arithmetischen: die abnehmende Grösze verschwindet nicht bloss nach und nach bis auf Null, sondern sie geht sogar in die entgegengesetzte über. So geht in unserer ersten Reihe die Anziehung zu den feuernährenden Stoffen zuletzt in die entgegengesetzte, die Anziehung zum Brennbaren, und in der zweiten, von den Alkalien angefangen, die Anziehung gegen die Säuren, durch den Gleichgewichtspunkt, zuletzt in die Anziehung gegen die Alkalien über. Es darf uns also gar nicht wundern, in derselben Naturreihe entgegengesetzte Stoffe vorzufinden, es gehört vielmehr zu der Natur derselben. Es ist überhaupt kein Gegensatz ohne Bezug auf eine gewisse Gleichartigkeit möglich. So ist z. B. ein Gegensatz zwischen zwei in umgekehrter Richtung gezogenen Linien da, zwischen einer Linie und einer Fläche aber ist ein solcher Gegensatz unmöglich. Wegen dieses nothwendigen Gegensatzes ist die durchgreifende Eigenschaft unserer Reihen immer vermitteltst zwei entgegengesetzter bedingt. In der ersten ist es die verbrennungshervorbringende Thätigkeit durch die brennbare und zündungfördernde Eigenschaft; in der zweiten ist es die neutralisirende Thätigkeit durch Alkalität und Acidität. Die dritte Reihe hat keinen recht charakteristischen Gegensatz, ausser dem der alkalischen und sauren Salze. Vielleicht wird doch eine durch neue Ansichten geleitete Untersuchung hier noch etwas bisher unbeobachtetes finden.

5. Die Aufstellung der Stoffe nach der Grösze der durchgreifenden Thätigkeit ist zwar das allgemeine Princip der innern Anordnung



der Reihen, es ist aber zu bemerken, dasz die grosze allgemeine Entwicklung sich wieder in Zweige getheilt hat. Diesen Sonderungen und ihrem Princip nachzuspüren, wird ein sehr verdienstliches Werk seyn, wozu aber noch gar viele Data fehlen. Zu wünschen wäre es aber doch, dasz *Steffens*, der schon mit wenigen Hülfsmitteln so viel hierin geleistet, mit den vielen hinzugekommenen Thatsachen einen neuen Versuch machen wollte.

Durch die hier aufgestellten Grundsätze für die Reihenanordnung dürfen wir hoffen, nicht bloss unsere Verfahrungsart mehr als hinreichend erläutert und gerechtfertiget zu haben, sondern auch einige Veranlassung zur künftigen Anordnung der übrigen chemischen Gegenstände gegeben zu haben. Hier können wir noch eine Analogie nicht übergehen, welche sich durch die ganze Natur zeigt. Eben so wie es in der organischen Natur Gesetz ist, von dem bloss einzelne und sehr beschränkte Ausnahmen Statt finden, dasz sich nur Wesen derselben Art mit einander geschlechtlich verbinden, so giebt es auch in der anorganischen Natur Abtheilungen, welche die Stoffe mit ihren Verbindungen im allgemeinen nicht überschreiten. Und eben so wie es in der organischen Natur nur die entgegengesetzten Geschlechter sind, welche sich mit einander paaren, so sind es auch nur die entgegengesetztesten chemischen Stoffe, welche ihre Vereinigungen mit Kraft und Lebhaftigkeit bilden. Die also, welche die chemischen Verbindungen unter die Bedingung einer Verwandtschaft stellten, hatten doch von einer gewissen Seite einen richtigen Blick; und die, welche das chemische Vereinigungsbestreben mit der Liebe in der organischen Natur verglichen, nicht weniger. Man halte diese Aehnlichkeit ja nicht für zufällig und oberflächlich. Es liegt in dem Wesen der Dinge, dasz sich über die ganze Natur die entgegengesetzten Kräfte suchen müssen. Eine jede Kraft bedarf ihrer entgegengesetzten um ein Daseyn zu begründen, und, so lange kein Gleichgewicht erreicht worden, noch immer um sich diesem zu nähern, und so viel möglich ein in sich beruhigtes Ganzes auszumachen. Die verschiedenen Formen aber, worin sich diese Trennung, mit ihrem geforderten Zurückstreben zur Einheit, ausbildet, ist es die grosze Aufgabe des Naturforschers wo möglich zu ergründen.

---

## DIE CHEMISCHEN KRAEFTE

Wir gehen nun zu der Untersuchung der chemischen Kräfte über, und fangen gleich mit der grössten und glänzendsten Erscheinung derselben, dem Feuer, an; weil darin zugleich, wie zu erwarten stand und das Folgende deutlich zeigen wird, die freiste und stärkste Thätigkeit der Kräfte Statt findet.

Die einzige Art der Verbrennung, worüber wir genaue Untersuchungen besitzen, ist die, welche in einer Vereinigung des brennbaren Körpers mit dem Oxygen besteht; wir werden also diese zur Grundlage unserer Untersuchung machen müssen. Der brennbare Körper hat eine chemische Anziehung, ein Vereinigungsbestreben gegen das Oxygen, und dieses auch gegen jenen. Wenn der brennbare Körper bis auf einen gewissen Grad verbrannt ist, so hat er die Fähigkeit, unter den gegenwärtigen Umständen weiter zu brennen verloren, welches man so ausdrückt, der Körper ist mit Oxygen gesättigt. Dieser Ausdruck aber heisst mit andern Worten: die chemische Anziehung des brennbaren Körpers gegen das Oxygen ist nun so schwach geworden, dasz sie, unter den gegebenen Umständen, nicht mehr die der Vereinigung widerstehenden Kräfte aufzuheben vermag. Unter begünstigenderen Umständen mag die Verbrennung desselben Körpers noch weiter gehen, aber sie wird auch hier ihre Grenze finden; und so immer fort, so oft man eine neue Verbrennung möglich machen kann. Diese allgemein bekannte Thatsache zeigt uns offenbar, dasz die chemische Anziehung der brennbaren Körper zum Oxygen durch eine gewisse Thätigkeit desselben geschwächt und aufgehoben werden kann. Es giebt zwar einige Beispiele, wo die Körper durch Verbindung mit etwas Oxygen brennbarer zu werden scheinen, es ist dieses aber immer nur eine durch mehrere Umstände vermittelte Folge, wie z. B. eine bei dem ersten Verbrennungsgrade eingetretene Cohäsionsverminderung in dem brennbaren Körper, oder eine vermehrte Anziehung zum Wasser; denn es ist eine durch viele Erfahrungen bestätigte Thatsache, dasz die meisten Oxydationen durch Wasser sehr befördert werden. Bei luftförmigen Körpern kann auch die Verdichtung des brennbaren Körpers in Betrachtung kommen. Im allgemeinen ist es aber gewisz, und auch angenommen, dasz die Anziehung der brennbaren Körper zum Oxygen eben durch die Vereinigung mit demselben vermindert wird. Auf der andern Seite



begegnet dem Oxygen dasselbe; auch es kann wie bekannt mit dem brennbaren Körper gesättiget werden, das ist: durch die Verbindung mit demselben an chemischer Anziehungskraft dafür eine Abnahme erleiden. Die beiden Anziehungen der brennbaren Körper und des Oxygens sind demnach so beschaffen, dasz die eine die erscheinende Thätigkeit des andern aufhebt. Wir finden daher auch verbrannte Körper, worin weder die Brennbarkeit des einen, noch die zündungsfördernde Kraft des andern sich ohne Anwendung der stärksten Reagentien äuszert, wie z. B. die Kohlensäure, worin man eben so vergeblich die meisten Körper zu verbrennen suchen würde, wie es selbst anzuzünden. Da wir aber Kräfte, welche einander aufheben, entgegengesetzte zu nennen pflegen, so werden wir auch hier die chemischen Anziehungen der brennbaren Körper und des Oxygens gegen einander so benennen.

Die Kraft, womit die brennbaren Körper das Oxygen anziehen, ist nicht das einzige Gemeinschaftliche, wodurch sie sich auszeichnen. Es giebt schon die gewöhnliche Anschauung dieses; und man brauchte nur die mit der Brennbarkeit immer vergesellschaftete grosze Wirkung auf das Licht als Beweis hiervon anzuführen. Noch mehr wird es sich aber in dem Folgenden bewähren. Der Ausdruck: Anziehung zum Oxygen, deutet daher nur eine sehr beschränkte Seite der allen brennbaren Körpern gemeinschaftlichen Thätigkeit an. Das Negative in diesem Ausdrücke ist wirklich der klaren Anschauung der Verhältnisse schädlich gewesen; wie wir denn auch sehen, dasz die Antiphlogistiker bei weitem keine so lebendige Vorstellung von der Brennbarkeit gehabt, wie die Phlogistiker. Wir werden daher einen andern Ausdruck für die allen brennbaren Körpern gemeinschaftliche Thätigkeit wählen, und dieselbe ganz einfach Brennkraft nennen. Es ist dieser Ausdruck, wie überhaupt ein jeder, der eine gewisse Allgemeinheit hat, ohne Erklärung allerlei Miszverständnissen ausgesetzt; ist diese aber einmal wie hier gegeben, so wird man ihn, obgleich nicht erschöpfend, doch hinreichend bedeutsam finden. Selbst wenn er nicht der Sache nach so nothwendig wäre, würde doch seine Kürze den Vorzug, den wir ihm gegeben haben, genugsam rechtfertigen. Aus demselben Grunde, woraus wir die Anziehung zum Oxygen mit einem eignen Namen bezeichnet haben, müssen wir dieses auch mit der Anziehung des Oxygens zu den brennbaren Körpern thun. In Ermangelung eines bessern werden wir diese Kraft die

feuernährende oder zündungsfördernde nennen, oder auch der Kürze wegen die Zündkraft. Daz wir das Relative in diesen Ausdrücken, und die Möglichkeit, sie auch ganz umgekehrt zu gebrauchen, anerkennen, haben wir schon im Vorhergehenden an den Tag gelegt.

Wir werden also das schon Vorgetragene so ausdrücken: Die Verbrennung wird hervorgebracht durch das Vereinigungsbestreben der Brennkraft und der Zündkraft, welche sich einander wechselseitig aufheben, und daher entgegengesetzte Kräfte zu nennen sind.

Es versteht sich wohl von selbst, daz wir hiermit gar nicht meinen etwas erklärt zu haben. Was diese Kräfte sind, oder ob sie etwas Selbständiges, oder bloz Modificationen von andern Kräften oder von Materien sind, lassen wir fürs erste ganz unausgemacht bleiben. Wir benutzen nur den Sprachgebrauch, eine jede thätige Eigenschaft eine Kraft zu nennen. Gewissermaaszen thun wir hier nichts anders, als bekannte Sachen in neue Ausdrücke zu fassen; sind diese aber einfacher und näher bezeichnend, so wird eine solche Verwandlung der Ausdrücke von ähnlichem Nutzen seyn, wie die in der Mathematik gebräuchlichen.

Die Aufhebung der Kräfte, wovon hier gesprochen wird, ist nun, wie schon vorher angedeutet, keine innere Vernichtung, sondern nur eine Beschränkung, wodurch die Aeuszerungen derselben unmerklich werden. Die entgegengesetzten chemischen Kräfte sind eben sowohl in einem verbrannten Körper zugegen, als die mechanischen in einem Körper, der durch entgegengesetzte Kräfte in Ruhe erhalten wird. Man sagt daher sehr passend, obgleich mit einem bildlichen Ausdrucke, von den chemischen Kräften, daz sie sich einander binden. Aus diesem Zustande der Gebundenheit kann abermals, wie bekannt, die Kraft des einen Körpers durch die ähnliche eines andern, welche aber unter den gegebenen Umständen thätiger ist, befreit werden; so kann z. B. aus dem Kupferoxyde die Brennkraft des Metalls von dem Bande der entgegengesetzten Kraft im Oxygen durch die gröszere Brennkraft des Eisens befreit werden. Auf ähnliche Weise hat man sich den Erfolg aller Wahlanziehungen zu erklären. Ohne Aufhebung einer der Kräfte wird nie eine Trennung hervorgebracht werden können; denn die bloze Anziehung zweier Körper zu einem dritten würde nothwendig die Vereinigung beider mit demselben zur Folge haben.



Die Verbrennung der Körper durch Oxygen ist nicht bloß mit einer Aufhebung der Kräfte vergesellschaftet, die Körper gehen auch durch diese Verbrennung in eine andre Körperklasse, eine andre Affinitätsreihe über, indem im Allgemeinen kein verbrannter Körper sich mit den unverbrannten vereinigen läßt, wie wir schon in dem Vorhergehenden gesehen haben.

Einige Körper werden durch die Verbrennung in Alkalien, andre in Säuren verwandelt. Wir haben schon in dem Vorhergehenden gezeigt, was unter Alkali und Säure zu verstehen sey, und dasz sie sich ihre Eigenschaften wechselseitig aufheben. Benutzen wir nun den neuerlich angegebenen Sprachgebrauch, so müssen wir sagen, dasz das Thätige in den Alkalien und Säuren entgegengesetzte Kräfte sind. Die Neutralität, welche man auch die chemische Gleichgültigkeit nennen könnte, wäre also das Gleichgewicht beider Kräfte. Es entsteht aber nun die Frage: woher kommt es, dasz dieselbe Eine Operation zwei so entgegengesetzte Thätigkeiten hervorbringen oder entwickeln kann? Wir wollen es versuchen, diese Frage durch die Thatsachen selbst beantworten zu lassen, und stellen daher die Bedingungen, unter welchen Alkalität, und die, unter welchen Acidität hervorgebracht werden, neben einander auf.

1. Die Körper, welche durch die Verbrennung eine bedeutende Alkalität bekommen, haben die Eigenschaft, das Wasser leicht zu decomponiren, und demselben sein Oxygen zu entziehen. Bei den sieben neuentdeckten Metallen aus den Körpern, die man vormals ausschliesslich Alkalien und alkalische Erdarten nannte, ist dieses sehr auffallend. Auch der Zink, welcher sich im Wasser ziemlich leicht oxydirt, giebt dann ein Oxyd, welches eine nicht geringe neutralisirende Kraft besitzt. Das Eisen ist in einem ähnlichen Falle, obgleich in geringerem Grade als der Zink. Sein im Wasser hervorgebrachtes Oxyd wirkt auf die verhältnismässig grosze Menge Säure, womit es sich verbindet, noch immer mit ziemlich groszer neutralisirender Kraft. Die Fähigkeit aber das Wasser zu zerlegen, ist, dem Hydrogen darin sein Oxygen zu entziehen, und dieses ist offenbar ein Beweis groszer Brennbarkeit.

Die Körper, welche durch die Verbrennung in Säuren übergehen, zeigen eine sehr geringe Fähigkeit, das Wasser ohne andre Hilfsmittel zu decomponiren. Schwefel kann sehr lange unter Wasser liegen, ohne eine Spur von Decomposition darin hervorzu-

bringen. Phosphor wirkt ebenfalls nicht bedeutend auf das Wasser. Kohle auch nicht. Stickstoff, wenn wir einen so problematischen Stoff auch mit anführen dürfen, ist in demselben Falle. Selbst die beiden neuentdeckten Säurebasen, Fluoricum und Boracium, welche eine so grosse Brennbarkeit an der Luft zeigen, können mit Wasser ausgewaschen werden, ohne sich zu oxydiren. Der Arsenik kann unter Wasser lange aufbewahrt werden, ohne seinen Metallglanz zu verlieren, ungeachtet er an der Luft so leicht schwarz anläuft. Molybdän kann auch, nach *Buchholz*,<sup>1</sup> ohne sich zu oxydiren unter Wasser bewahrt werden. Schelium oxydirt sich wenigstens nicht merkbar während es im Wasser gewogen wird. Die übrigen Säurebasen der anorganischen Natur sind noch nicht hinreichend in dieser Hinsicht bekannt; aus dem aber was wir hier von den bekannten gesehen haben, dürften wir es wohl sehr wahrscheinlich finden, dass auch das Chrom, und das Tantalum, im Wasser nicht sehr oxydirbar seyn können. Es ist merkwürdig, dass die Oxydation dieser Körper, welche das Wasser so wenig decomponiren, an der Luft noch so leicht von Statten geht; doch bemerkt man dabei einen ausserordentlich grossen Einfluss der Wärme. Selbst der Phosphor oxydirt sich nicht an der Luft, wenn die Wärme zum Gefrierpunkt herabgesunken ist.

2. Vergleicht man unter einander die von den alkalisirbaren und säuerbaren Körpern aufgenommenen Oxygenmengen, so findet man solche im Allgemeinen bei diesen weit grösser, als bei jenen. Die meisten ausgezeichneten Alkalien enthalten weniger als ein Viertheil ihres Gewichts an Oxygen, und kein einziges enthält davon die Hälfte. Bei den Säuren verhält sich dieses umgekehrt; in einigen derselben finden wir nahe an drei Viertheile von Oxygen, und in den allermeisten nicht weniger als die Hälfte.

3. Noch lehrreicher ist die Vergleichung verschiedener Oxyde desselben Körpers. Wir finden da, dass die stärkste Alkalität sich in den Oxyden des ersten Grades zeigt. Die vollkommensten Oxyde mehrerer Metalle vereinigen sich gar nicht mit Säuren, wenn sie nicht einen Theil ihres Oxygens wieder abgeben können. Selbst an dem hyperoxydirten Kali sehen wir dieses. Die Oxyde aber von höhern Graden, welche noch Säure annehmen können, lassen sich davon mittelst weit schwächerer Kräfte trennen, als die

<sup>1</sup> [3: Bucholz.]



weniger gesättigten Oxyde: wie wir dies unter andern an dem schwefelsauren unvollkommenen und vollkommenen Eisenoxyd sehen, deren letzteres sich durch das Feuer sehr viel leichter decomponiren lässt, als das erstere. Die Acidität dagegen erscheint auf den höchsten Oxydationsstufen. Zwar findet man auch auf niederen Oxydationsstufen Acidität, aber auf den ganz niedern ist sie entweder sehr schwach, oder verschwindet ganz. In den Oxyden von Körpern mittlerer Brennbarkeit, worin nicht sehr viel Oxygen aufgenommen worden, findet man Alkalität und Acidität deutlich neben einander. Dieses sehen wir häufig an den Oxyden der ziemlich reducirbaren Metalle, welche sich mit Leichtigkeit sowohl in Alkalien als in Säuren auflösen. Es ist nur zu beklagen, dass wir über diesen Gegenstand noch so wenige Untersuchungen besitzen. Auch sehr brennbare Körper, mit vielem Oxygen vereinigt, wie im Wasser, können ein solches Gleichgewicht zeigen.

Aus allem dem Vorhergehenden erhellt es nun, dass die verbrannten Körper, worin die Brennkraft noch einiges Uebergewicht hat, Alkalien sind; die aber, worin die Brennkraft so ganz überwältigt ist, dass die Zündkraft ein bedeutendes Uebergewicht darüber haben muss, sind Säuren. Bei einem gewissen Gleichgewichte beider Kräfte findet man auch das Gleichgewicht der Alkalität und Acidität. Man muss aber nicht blos auf dieses Verhältniss Rücksicht nehmen, sondern auch zugleich darauf, dass die Kräfte durch das Verbrennen unter eine ganz andre Wirkungsform gekommen sind. Denn die Brennkraft, welche die Alkalität ausmacht, wirkt nicht als Brennkraft: die, welche die Acidität ausmacht, nicht als Zündkraft: sondern sie wirken als Alkali- oder Säurekraft in einer ganz andern Affinitätsreihe, der nemlich der Oxyde. In manchen Körpern sieht man die Kräfte in ihren beiden Formen in bedeutenden Erscheinungen neben einander auftreten; z. B. in dem Ammoniak die Brennkraft neben der Alkalität, in der Salpetersäure die Zündkraft neben der Acidität. In einigen gesättigten Oxyden, welche sehr desoxydabel sind, worin also die Zündkraft wenig durch die entgegengesetzte Anziehung zurückgehalten oder beschränkt ist, tritt sie ganz in ihrer Form als Zündkraft, ohne Zeichen der Acidität, hervor, wie wir es in den gesättigten Oxyden des Bleies, des Quecksilbers und des Mangans sehen. Die eine der Kräfte muss also durch die andre bis auf einen gewissen Grad beschränkt und herabgestimmt seyn, um alkalisch oder sauer zu wirken. Wie nun

diese Beschränkung, Herabstimmung, oder wie man es nennen will, die Kräfte in eine andere Affinitätsreihe versetzen könne, wollen wir fürs erste unerklärt lassen: uns begnügend gezeigt zu haben, dasz eine solche Veränderung der Wirkungsform in der That vorgeht. Um einen Namen für diese Verschiedenheiten zu haben, nennen wir die erste Wirkungsform, die der Unverbranntheit, die zweite, die der Verbranntheit. Wir können dann festsetzen: die Alkalität ist Erscheinung der Brennkraft, und Acidität Erscheinung der Zündkraft, beide unter der Form der Verbranntheit.

Wollen wir die Alkalität und Acidität in den Körpern richtig beurtheilen, so müssen wir die Intensität derselben wohl von ihrer Extensität unterscheiden. Jene wird aus der Leichtigkeit beurtheilt, womit das Alkali oder die Säure Hindernisse überwindet, oder der Trennung der Bestandtheile in Verhältnisz zu den Umständen widersteht; diese aus der Menge des entgegengesetzten Stoffes, welche dadurch gesättiget werden kann. Die Intensität beruhet auf dem Uebergewicht einer der beiden Kräfte, und auch die chemische Beweglichkeit, geringe Innigkeit der Verbindung. Die Extensität beruhet auf der Menge des Oxygens, wodurch die Brennkraft in einem Alkali, oder der Menge des Brennbaren, wodurch die Zündkraft in einer Säure herabgestimmt worden ist. Wir sehen dieses, was die Alkalien betrifft, in der schönen von *Bergmann*<sup>1</sup> schon gemachten, von *Berzelius* aber so herrlich erweiterten Entdeckung, dasz die Menge der von einem Oxyde zu sättigenden Säure immer mit der Grösze der Dephlogistication (wie es *Bergmann* nannte) oder mit der Menge des eingesogenen Oxygens im Verhältnisse stehe. Nach diesem Grundsatz hat, wie bekannt, *Berzelius* die Menge des Oxygens im Ammoniak berechnet, und uns wirklich von derselben eine Gewiszheit gegeben, welche nahe an die durch ein Experiment unmittelbar erworbene grenzt. Was die Säuren betrifft, so scheint es auch nach den bisherigen Erfahrungen, und besonders nach *Berzelius* Versuchen, dasz die Neutralsalze, deren Säuren durch Erhitzung Oxygen verlieren, und das Alkali mit einer weniger oxygenhaltigen Säure zurücklassen, durch einen solchen Oxygenverlust ihre Neutralität nicht verlieren, und umgekehrt, dasz die Neutralsalze, welche wenig oxydirte Säuren enthalten, auch nicht aus der Neutralität herauskommen, wenn sie

<sup>1</sup> [o: Bergman.]



mehr Oxygen anziehen. Hieraus würde aber folgen, dass wenn man das Oxygen in einem Neutralsalze mit mehr von der brennbaren Grundlage vereinigen könnte, das Salz neutral zu seyn aufhören, und einen Ueberschusz von Säure zeigen würde, eben so wie, wenn man das Brennbare in dem Alkali mit mehr Oxygen sättiget, ein Ueberschusz von Alkali Statt findet. Die Sättigungscapacität käme also immer auf den Grad der Herabstimmung der Brennkraft oder Zündkraft an. Oder die Sättigungscapacität eines Alkali verhält sich wie die Oxygenmenge darin, die einer Säure aber wie die Menge des darin enthaltenen Brennbaren. Der letzte Theil dieses Gesetzes lässt sich nur bei Vergleichen der verschiedenen quantitativen Verhältnisse desselben brennbaren Stoffes anwenden. Es wäre nun aber die Frage, ob man nicht behaupten dürfte, dass die Sättigungscapacität der Säuren sich wie die Quantität der Brennkraft darin verhielte; wenn dieses angenommen werden könnte, so hätten wir ein Maasz der Brennkraft in den verschiedenen Körpern, welches uns sehr wichtig werden könnte. Die Brennkraft des Radicals einer Säure würde nemlich immer um so viel grösser seyn, je mehr Alkali dieselbe zur Sättigung brauchte, und je geringer die Menge des in der Säure enthaltenen brennbaren Radicals wäre; mit andern Worten die Brennkraft des Radicals würde immer = seyn der Sättigungscapacität der Säure, mit der Menge des brennbaren Radicals dividirt. Um die Berechnungen nach dieser Formel wirklich zu machen, werden wir wohl thun, erst die Vollendung der schönen Reihe quantitativer Bestimmungen zu erwarten, welche *Berzelius* angefangen; denn die bisherigen sind gar zu wenig genau. Wollte man z. B. das dargestellte Gesetz auf die Alkalien anwenden, und sagen: die Zündkraft im Oxygen eines Alkali ist = der Sättigungscapacität des Alkali mit der Oxygenmenge dividirt, so würde man nach der *Richterschen* Reihe für die verschiedenen Alkalien sehr ungleiche Grössen der Zündkraft des Oxygens finden, da doch diese Formel dem allgemeinen Gesetze zufolge immer dieselbe Grösze geben musz, indem die Sättigungscapacität des Alkali, welche dividirt werden soll, sich ja eben so verhält, wie die Oxygenmenge, welche den Divisor ausmacht.

Vergleichen wir nun nach diesen Grundsätzen die Alkalien, so finden wir, dass das Ammoniak ein grosses Uebergewicht der Brennkraft, eine grosse chemische Beweglichkeit und eine grosse Sättigungscapacität mit einander vereinigt, oder mit andern Wor-

ten: es hat sowohl eine bedeutende Intensität als Extensität der Alkalität. Die Möglichkeit, beides zu vereinigen, liegt in der groszen Brennkraft der Grundlage. Man wird auch die Wirkung seiner Alkalität sehr kräftig finden, wenn man nur bedenkt, wie sehr sie durch seine Flüchtigkeit fast überall Hinderungen erfährt. Das Kali hat eine bedeutende Intensität, mehr durch die vorherrschende Thätigkeit der Brennkraft, als durch die chemische Beweglichkeit, worin es doch auch unter allen schwerdesoxydirbaren Alkalien dem Ammoniak am nächsten kommt; es hat aber nur eine sehr geringe alkalische Extensität. Das Natron hat diese letzte Eigenschaft in höherem, die erste aber in geringerem Grade als das Kali. Der Baryt hat eine sehr geringe Extensität, aber auch eben darum, und weil sein Radical sehr brennbar ist, eine grosze Intensität, welche noch gröszer seyn würde, wenn nicht seine chemische Beweglichkeit nur klein wäre. Der Strontian hat mehr Capacität, weniger Intensität. Der Kalk verhält sich ebenfalls wieder so zu dem Strontian. Und endlich ist die Magnesia dasjenige unter allen schwerdesoxydablen Alkalien, welches die geringste Intensität mit der gröszten Capacität vereinigt. In den verbrannten Körpern, worin die Oxygenmenge im Verhältnisz zu der Brennkraft sehr grosz geworden ist, steigt auch die alkalische Capacität zu einem sehr hohen Grade; durch die geschwächte Intensität kommt es aber dahin, dasz sie nicht mehr die Selbständigkeit der Säuren (der Inbegriff aller Kräfte, womit die Säure in ihrem Zustande zu beharren strebt) zu überwinden vermögen, mithin nicht mehr als Alkalien erscheinen können. In den stärksten Säuren kann also noch eine alkalische Anlage seyn, und musz es auch, weil herabgestimmte Brennkraft da ist; aber die Intensität ist für unsere Beobachtung verschwunden. Aus demselben Grunde musz also auch in jedem Alkali, wegen des darin enthaltenen herabgestimmten Oxygens, eine saure Anlage daseyn, welche aber wegen der schwachen Intensität und groszen danebenstehenden Alkalität oft auszer aller Beobachtung fällt.

Was die Säuren, mit welchen wir hier zu thun haben, betrifft, so finden wir in der Fluszspathsäure eine sehr grosze Capacität neben einer höchstbedeutenden Intensität. Die letztere dieser Eigenschaften schlieszen wir aus der groszen Kraft, womit diese Säure von der schwachen Alkalität im Wasser angezogen wird, aus der groszen Festigkeit ihrer Verbindungen, und aus der Kraft,



womit sie die Kieselerde, worin doch die Cohärenz so grosz und die Alkalität so geringe ist, auflöst. Man musz daraus schlieszen, dasz ihre Basis sehr brennbar, aber hier auch mit sehr vielem Oxygen verbunden sey. Die neuern Entdeckungen haben uns hierüber noch nicht hinreichend aufgeklärt. Ueber die Salzsäure, wenn sie wirklich eine Verbindung aus Oxygen mit einem Brennbaren seyn sollte, müssen wir ähnliche Schlüsse bilden. Doch steht sie der Fluszspathsäure sowohl an Intensität als Capacität nach. Die Kohlensäure hat eine grosze, der der Fluszsäure nahekommende Capacität; ihre Intensität aber ist schwach, wie wir an ihrer geringen Anziehung zum Wasser, der Decomponibilität ihrer Verbindungen durch Hitze, und ihrer schwachen Wirkung auf feste Substanzen sehen. Man kann dieses nicht alles ihrer Luftform zuschreiben, da die beiden vorigen ja auch luftförmig sind. Die Schwefelsäure hat eine geringe Capacität, aber eine bedeutende Intensität. Die Phosphorsäure hat beinahe dieselbe Capacität, aber eine weit geringere Intensität. Die Salpetersäure hat eine noch geringere Capacität, obaber ihre eigentliche Säureintensität gröszer ist, als die der Schwefelsäure, ist nicht so leicht zu bestimmen, da sich hier schon eine freiere Zündkraft als der Säure gehört zu äuszern anfängt. In der hyperoxydirten Salzsäure ist die Zündkraft noch freier, und hat daher um so viel weniger von der sauren Natur. Die schwefelichte und salpetrichte Säure, wie auch die oxydirte Salzsäure, sind von einer geringern Innigkeit der Verbindung, als die gesättigten Säuren derselben Radicale. Wir wollen dieses hier nicht zu erklären versuchen, sondern nur bemerken, dasz es daher rühren musz, dasz mehrere ihrer Wirkungen mit gröszerer Intensität geschehen.

Nachdem wir nun die Verbindungen der unverbrannten Stoffe mit dem einen äussersten Gliede der Reihe betrachtet haben, können wir unsere Aufmerksamkeit auch auf ihre Verbindungen mit dem äussersten Gliede der entgegengesetzten Richtung, wie auch auf andre Verbindungen derselben unter einander, richten. Bevor wir aber dieses thun, wollen wir erst eine Bemerkung über die Verbindungen und ihre Folgen im Allgemeinen machen. Die einfachste Art aller Verbindungen ist die, wenn zwei völlig gleichartige Massen mit einander vermischt werden, wie Wasser mit Wasser, Oehl mit Oehl. Man kann eine solche Mischung nicht eine mechanische nennen; denn ohne das Ineinandergreifen der eigen-

thümlichen Kräfte der Materie würde nie ein Zusammenhang, der zugleich Continuität wäre, zu Stande gebracht werden. Eine solche Verbindung geschieht nun ohne allen andern Widerstand, als den äusserst kleinen, den die Verschiebung der Theile ihr entgegengesetzt, und ohne andre Veränderung, als die räumliche. Vermischen wir nun andre Körper von einer sehr geringen Heterogeneität, wie z. B. warmes und kaltes Wasser, so geht die Vermischung noch ohne groszen Widerstand (das ungleiche specifische Gewicht macht einigen) und ohne grosze Veränderung (nämlich nur die des Wärmegrads) vor sich. Nimmt man eine noch gröszere Differenz, z. B. Wasser und eine verdünnte Salzauflösung, eine Art von fettem Oehl mit einer andern, so ist die Verbindung noch sehr leicht, bringt aber auch nur sehr schwache Veränderungen hervor. Nimmt man zwei einander sehr ähnliche Metalle, wie Zinn und Blei, Gold und Kupfer, so ist der Fall noch so ziemlich derselbe. Die Gleichheit der Art, wie sie den Raum erfüllen, macht, dasz sie sich leicht an einander anschlieszen, oder dasz kein bedeutender Widerstand die beiden Stoffe hindert, sich über denselben Raum zu verbreiten. Diese Verbindungen geschehen also ohne grosze Vereinigungsbestrebung; denn die Kräfte werden durch die Verbindung nicht viel mehr befriedigt, als sie vorher waren; aber auch ohne merklichen Widerstand und Veränderung. Man könnte solche Verbindungen Aehnlichkeitsverbindungen nennen. Verbindet man Körper von gröszerer Heterogeneität, so erhält man auch weit gröszere Veränderungen. So z. B. macht schon der Zusatz von ungefähr  $\frac{1}{900}$  Arsenik das Gold spröde. Weniger entfernte Metalle macht es erst in etwas gröszern Zuthaten spröde, wie wir an dem Zinn und dem Blei sehen. Auch von den andern sehr flüchtigen Metallen wird das Gold spröde, am wenigsten doch von dem Bleie, das ihm aber auch am nächsten steht. Dasselbe lässt sich auch auf das Silber anwenden: nur dasz das Blei, welches demselben so viel ähnlicher als dem Golde ist, auch darin noch geringere Veränderungen hervorbringt. Ueberall ist es offenbar, dasz der Arsenik einer von den Stoffen ist, die die übrigen Metalle am meisten verändern; und zugleich wissen wir aus andern Vergleichen, dasz er zu den äussersten der Reihe gehört. Das Antimonium nähert sich an sprödmachender Wirkung dem Arsenik sehr. Das Zinn abermals jenem. Das Blei bringt schon eine gröszere Anzahl dehnbarer Mischungen mit andern Metallen hervor. Es ist



hiebei interessant, dasz Kupfer, welches so wenig Blei enthält, dasz dieses darauf keine Wirkung äusert, mit Gold verbunden es spröde macht. Man sieht da deutlich, wie das entferntere Metall durch das Blei spröder wird, als das weniger entfernte. Der Zink ist in einem ähnlichen Falle, nur giebt seine bekannte Verbindung mit dem Kupfer ein sehr dehnbares Gemisch. Dieses möchte bei dem ersten Anblick auffallen, weil der Zink in Absicht der Brennbarkeit und Sprödigkeit weit mehr von dem Kupfer absteht, als das Blei; wenn man aber bedenkt, dasz der Zink in seinem Verhältnisse zu den Säuren eine weit gröszere Aehnlichkeit mit den cohärenten, als mit den weniger cohärenten hat, so sieht man, dasz wir hier mit keiner Ausnahme zu thun haben. Der Schwefel verändert die Metalle noch mehr, und geht auch die Verbindung mit mehr Kraft ein. Wie bekannt, entwickelt sich in dem Augenblicke der Verbindung des Schwefels mit mehreren andern Metallen Licht und Wärme, so dasz man die Aehnlichkeit dieser Erscheinung mit der Verbrennung nicht hat verkennen können. Die Metalle, von welchen wir wissen, dasz sie eine solche heftige Verbindung mit dem Schwefel eingehen, sind: Kalium, Natronium, Eisen und Kupfer. Gewisz werden auch noch mehrere in demselben Falle seyn; wie weit aber die Metalle von dem Schwefel entfernt seyn müssen, um die Erscheinung der Licht- und Wärmeentwicklung zu geben, ist noch nicht ausgemacht. Dasz die Metalle von dem Schwefel in die zweite Affinitätsreihe herabgezogen werden, ist auch unläugbar; sie bleiben aber zugleich in der ersten, so dasz man eigentlich nicht sagen kann, dasz diese Verbindungen eine neue chemische Haupteigenschaft erhalten haben, sondern nur, dasz die Natur des Schwefels in dem Gemische die herrschende ist. Es verdiente aber genauer untersucht zu werden, ob es nicht möglich wäre, die Metalle mit einer äusserst geringen Menge Schwefel zu verbinden, eben so wie wir es mit dem Arsenik thun können; und dann würde es sich vielleicht zeigen, dasz der Schwefel die brennbarsten wenigstens in die zweite Reihe herabziehe.

Betrachten wir nun das Hydrogen. Dieser Stoff ist das äusserste bisher recht bekannte Glied unserer Reihe, auf der dem Oxygen entgegengesetzten Seite. Mit den brennbareren Metallen steht er zu sehr in dem Verhältnisse der Aehnlichkeit, als dasz er darin eine Veränderung der Affinitätsreihe hervorbringen sollte; von zwei seiner Verbindungen mit den weniger brennbaren Stoffen,

dem Schwefel und dem Tellur, wissen wir aber, dasz sie Säuren sind, und sich mit den Alkalien durchaus wie andre Säuren vereinigen. Es könnte zwar scheinen, als wenn man aus der Verbindung eines so sehr brennbaren Körpers, wie das Hydrogen, mit dem, im Vergleiche mit dem Oxygen, an Zündkraft nicht reichen Schwefel, eher ein Alkali, als eine Säure zu erwarten hätte; es scheint aber, dasz eben wegen der groszen Brennkraft in dem einen, und der nicht ganz unbedeutenden in der andern, die Brennkraft gar zu wenig beschränkt werden könne, um Alkali zu bilden: so dasz nur die beschränkte Zündkraft ihre Wirkung zweiter Ordnung darin zeigen, oder als Säure erscheinen könne. Wir können es nicht verhehlen wollen, dasz wir hier nur Vermuthungen geben; aber auf jeden Fall sind dergleichen Zusammenstellungen nicht ohne Nutzen für den Forscher. Die Ueberzeugung, dasz die Ursache der Acidität nicht ausschliesslich im Oxygen liege, sondern in allgemeiner verbreiteten Kräften, vermittelt welcher Körper sehr ungleicher Brennbarkeit auch saure Verbindungen hervorbringen können, hat uns schon vor mehreren Jahren Entdeckungen, wie die der Acidität des Tellurhydrurs, voraussehen lassen.<sup>1</sup> Wir läugnen übrigens gar nicht die Möglichkeit, in dem Schwefel und dem verwandten Körper Oxygen anzutreffen, wenn aber dieses einmal geschehen sollte, so wird man gewisz auch auf dem Wege seyn, dasselbe in dem Tellurium und Arsenik zu finden; und dann wird es sich gewisz auch zeigen, dasz es da auf eine andre Weise, als in den Alkalien oder Säuren enthalten ist. Nach einer solchen Entdeckung wäre es aber auch zu erwarten, dasz man in allen Metallen Hydrogen, oder besser, ein noch höheres allgemeines Brennbare, finden müszte; um so viel leichter aber würde man auch die Verschiedenheit dieser Verbindungsform von der der Verbranntheit unterscheiden können. — Werfen wir nun einen Blick auf das Vorhergehende zurück, so finden wir, dasz die Körper erster Reihe, in welchen wir entweder die Brennkraft, oder die Zündkraft als sehr überwiegend anerkennen, auch im ganzen genommen die ausgedehnteren, die specifisch leichteren sind. So auf der einen Seite das Ammonium, das Kalium, Natro-

<sup>1</sup> Siehe die oben angeführte Abhandlung über die Reihe der Säuren und Basen. Die dort gegebene hypothetische Theorie will der Verfasser hier nicht wiederholen. Sie stützt sich auf gar zu schwache Analogien; aber er behält sich noch vor, sie bei einer andern Gelegenheit näher zu beleuchten und zu prüfen.



nium u. s. w., auf der andern der Schwefel, der Phosphor, die Kohle, aber ganz besonders das Oxygen. Die Metalle aber, in denen eine Annäherung zum Gleichgewicht der Kräfte Statt findet, wie das Gold, das Silber u. s. w., zeichnen sich durch ihre Dichtigkeit und Feuerfestigkeit aus. Da aber noch andre Umstände auf diese Eigenschaften mitwirken, so wird es nicht möglich seyn, jedes Einzelne ohne weitere Aufklärungen auf dieses Gesetz zurückzuführen. Dasselbe gilt in der Reihe der Oxyde, wo aber doch eine grözere Körperzahl und mehrere scharfe Gegensätze uns die Arbeit erleichtern. Wir finden hier, dasz die Säuren, welche sich durch die mächtigsten Anziehungen zu den Alkalien auszeichnen, alle zu den flüchtigeren gehören, ja dasz sie vielleicht alle gasförmig seyn würden, wenn nicht die Anziehung zum Wasser sie verdichtete. So viel ist wenigstens gewisz, dasz unter den Säuren, welche mehrere Oxydationsgrade haben, die decomponibelsten, d. i. die, worin sich die Theile mit der geringsten Kraft angezogen hatten, auch die gasförmigen waren. Eben so wissen wir, dasz dasjenige Alkali, worin die Brennkraft besonders überwiegt, im wasserfreien Zustande eine Luft ist. Wichtiger aber werden noch die Verdichtungen, welche auf die chemische Vereinigung der entgegengesetzten Stoffe folgen. Eine jede Verbindung eines Körpers mit Oxygen giebt eine Verdichtung. Die geringste findet Statt, wenn sich das Oxygengas mit dem Brennbaren verbindet, ohne sein Volumen zu verändern, in welchem Falle also die Contraction nicht grözser ist, als das Volumen des verbrannten Körpers. Wir sehen hievon in der Kohlensäure und schwefelichten Säure ein Beispiel. Sonst ist das gewöhnlichste, wie bekannt, dasz das Oxygen seine Luftform verläszt, und mit dem brennenden einen festen Körper bildet. Wir finden auch, dasz die aus Oxygen und einem Brennbaren zusammengesetzten Körper fast allgemein härter und schwerschmelzbarer sind, als die festen Körper selbst, woraus sie entstanden; also um so viel mehr, als sie nach der Berechnung aus der Schmelzbarkeit des Oxygens (die auszerordentlich grosz ist) und der des brennbaren Körpers seyn sollten. Eben so verdichten sich auch die Alkalien und Säuren wechselseitig in ihrer Vereinigung. Wie bekannt bilden das Ammoniak und die luftförmigen Säuren feste Salze, worin die Bestandtheile an die tausend Mal mehr verdichtet sind, als in ihrem freien Zustande. Ueberhaupt findet man die Neutralsalze weit weniger flüchtig, als ihre Bestand-

theile. Auch härter und schwerschmelzbarer sind sie gewöhnlich: doch treten hiebei noch manche andre Umstände ein, welche es nach unsern bisherigen Kenntnissen nicht so leicht seyn möchte zu bestimmen. Mit mehr Zuversicht wagen wir aber darauf aufmerksam zu machen, dasz bei dem Neutralisationspunkt, wo ein ziemlich genaues Gleichgewicht der entgegengesetzten Kräfte Statt findet, auch der Wendepunkt der formenden Kräfte fällt. Es ist eben bei dem hiehergehörigen Mischungsverhältnisz, wo fast alle Salze die Krystallisation annehmen. Zwar giebt es hievon auch manche Ausnahmen, die gewisz dem Forscher einst herrliche Aufschlüsse über den Bildungstrieb in der anorganischen Natur geben werden; als Einwendungen gegen die Allgemeinheit dieser Regel aber können sie uns von keinem groszen Gewicht seyn, wenn wir bedenken, dasz unter den unendlich vielen Mischungsverhältnissen, bei welchen der Bildungstrieb hätte verweilen können, er doch nur in so wenigen Fällen den einzigen Punkt des chemischen Gleichgewichts vorbeigegangen ist. Man findet auch, dasz die chemischen Kräfte bei diesem Punkte gemeiniglich auszer Stande sind, einen bedeutenden Widerstand zu überwältigen; so findet man z. B. selten, dasz ein Alkali mehr von einer luftförmigen Säure zu verdichten fähig wäre, als eben die, welche zur Neutralisation nothwendig ist. Die Ausnahmen sind hier dieselben, wie die bei der Krystallisation. Dieses giebt uns um so viel mehr Hoffnung, bald das Gesetz zu finden, worunter sie alle stehen.

Wir haben nun aus diesem allem Grund zu schlieszen, dasz jede der beiden uns jetzt bekannten chemischen Kräfte für sich expansiv ist, dasz sie aber, durch ihre wechselseitige Anziehung, vereinigt eine contractive Wirkung hervorbringen.

Wir finden diese Kräfte in ihrem freiesten Zustande in der Reihe der unverbrannten Körper; und in diese fällt auch die gröszte Intensität einfacher chemischer Wirkung. Mehr gedämpft, aber doch mit bedeutendem Uebergewicht der einen Kraft über die andre, sehen wir sie in der Reihe der verbrannten Körper. Bis aufs äusserste geschwächt aber finden sich diese Kräfte in den Neutralsalzen. In keiner uns bisher genau bekannt gewordenen chemischen Verbindung finden wir etwas, wodurch wir genöthigt würden, noch andre Kräfte anzunehmen. Keine chemische Verbindung aber wird blosz durch zwei einander gegenüberstehende



Kräfte hervorgebracht, sondern durch eine doppelte Wechselwirkung derselben. Schon in der Reihe der unverbrannten Stoffe kann man keinen annehmen, worin eine der Kräfte allein wäre; denn ein solcher würde mit seiner unumschränkten Kraft sich mit einem jeden andern, worin nur eine Spur der entgegengesetzten wäre, gleich vereinigen, mithin nie isolirt bestehen können. Selbst im Oxygen und Hydrogen müssen wir also schon beide Kräfte annehmen. Wenn demnach ein Körper, A, erster Reihe, sich mit einem andern, B, derselben Reihe, verbindet, so wird die Brennkraft von A sich mit der Zündkraft von B, und die Zündkraft von A sich mit der Brennkraft von B vereinigen, und durch diese doppelte Thätigkeit wird die Verbindung zu Stande gebracht. Bei der Vereinigung der Alkalien und Säuren ist dieses noch deutlicher der Fall. Wir haben schon gezeigt, dass in jedem Alkali eine verborgene Acidität, und in jeder Säure eine verborgene Alkalität liege. Die Verbindung geschieht also vermittelt beider. Durch die hervorstechenden Thätigkeiten werden immer die Wirkungen angefangen werden, auf die Innigkeit der Wirkung werden aber die verborgenen Thätigkeiten einen grossen Einfluss haben. Die Untersuchung über diesen Gegenstand wird für die Theorie der Salze von grosser Wichtigkeit seyn; insbesondere wird sie bei der Bestimmung des Geschmacks, der Auflösbarkeit, der Sättigung über den Neutralisationspunkt hinaus, der Krystallisation, gewisz gute Dienste leisten. Hier wollen wir nur noch bemerken, dass jede der alkalischen oder sauren Thätigkeiten schon durch die Wechselwirkung der entgegengesetzten Kräfte entstanden ist, und daher eine andre Wirkungsart hat, als die reine Brennkraft, oder die reine Zündkraft haben würde. Es ist also begreiflich, dass der ganze Vorgang der chemischen Wirkung in der zweiten Körperreihe sehr von dem in der ersten verschieden seyn musz. Noch deutlicher werden wir dieses fühlen, wenn wir bedenken, dass eigentlich alle chemische Eigenschaften der Bestandtheile, nur unter einer andern Form, in den chemischen Vereinigungen der Stoffe streitend mit auftreten. Die Vereinigungsbestrebungen der Neutralsalze müssen, wegen der grossen Beschränkung der Kräfte, noch weit schwächer, als die in der vorigen Reihe seyn. Auch musz die Wirkung, wegen Vereinigung von wenigstens zwei Alkalien und Säuren, um so viel verwickelter seyn. Wir brauchen aber für unsern gegenwärtigen Zweck nur die allgemeine Bemerkung, dass, um diese der blossen

Cohäsion so ähnliche Verbindungen zu verstehen, keine andre Kräfte nöthig sind, als die Anziehungen der Säuren und Alkalien, welche schon durch andre ähnliche Anziehungen beschränkt sind.

In unserer ganzen Untersuchung der chemischen Wirkungen trafen wir also keine andre Kräfte an, als die beiden, die Brennkraft und die Zündkraft. Beide sind für sich ausdehnend, in ihrer Vereinigung aber zusammenziehend. Durch diese Zusammenziehung sehen wir die verschiedensten Cohäsionsgrade bewirkt, so dasz wir, wenn wir auch gleich nicht jedes einzelne dabei vorkommende Verhältnisz bestimmt erklären können, doch keinen Grund haben daran zu zweifeln, dasz sie durch diese Kräfte bestimmt werden. Hier sind wir nun bei einem sehr wichtigen Punkte angelangt, einem Punkte nämlich, wo die mechanischen und chemischen Kräfte in ihrer Einheit erscheinen. Zum mechanischen Bestehen der Materie ist erforderlich: eine ausdehnende Thätigkeit, um den Raum zu erfüllen: und eine zusammenziehende, um die Raumerfüllung zu begrenzen. Jene finden wir in beiden chemischen Kräften, diese in der wechselseitigen Anziehung derselben. Die Cohäsion ist nur eine Erscheinung dieses durch die ganze Materie hindurchgehenden Zusammenhaltens. Die bestimmtern Formen der Cohäsion, als Starrheit, Flüssigkeit, Luftform, sind nur Modificationen, welche zum Theil von der Einfachheit der Wirkungsform der Körper im Raume abhängen, zum Theil von der chemischen Beweglichkeit, deren Erscheinung, wie wir nachweisen werden, die Wärme ist. Selbst die Anziehung und Zurückstoszung, welche wir in den electrischen und ähnlichen Erscheinungen bemerken, werden sich leicht auf die hier aufgestellten Kräfte zurückführen lassen; denn wenn man die verschiedenen Theile eines Raumes betrachtet, worin eine ausdehnende Thätigkeit Statt findet, so müssen diese nothwendig als einander zurückstoszend erscheinen, ja die sich im Raume verbreitende ausdehnende Thätigkeit selbst musz, mit Rücksicht auf die verschiedenen Punkte des Raumes betrachtet, auf sich selbst zurückstoszend zu wirken scheinen, man mag sich nun über das Innere dieses Vorganges erklären wie man will. Jede der Kräfte musz also auf sich selbst zurückstoszend wirkend erscheinen, aber aus ähnlichen Gründen als die entgegengesetzte anziehend.



Aus unserer ganzen Untersuchung ergibt es sich also:

- 1) dasz die Brennkraft und Zündkraft die letzten chemischen Kräfte sind, worauf alle unsere Versuche zurückweisen;
- 2) dasz sie ebenfalls die letzten mechanischen Kräfte sind, zu deren Annahme uns alle unsre Untersuchungen der bewegenden Kräfte hinleiten;
- 3) dasz wir sie also als die allgemeinen Grundkräfte der Körperwelt ansehen können.

Die folgenden Theile unserer Untersuchung werden dieses Resultat noch weiter bewähren, wie auch nähere Ansichten über die Art und Verbreitung dieser Kräfte geben. Uebrigens wollen wir, wo wir von Grundkräften sprechen, nichts weiter damit sagen, als das einfachste Thätige und Wirkende, was in unsern Erfahrungen durchscheint, bezeichnen. Was diese Kräfte ursprünglich sind, gehört der eigentlichen speculativen Philosophie zu ergründen. Das höchste, wohin wir auf unserm Wege kommen können, ist dieses, dasz jene Kräfte als Gegensätze abermals ihre höhere Einheit haben müssen. Aber auch dieses fällt nicht in unsere Bahn, sondern bestimmt sie nur, wie ein unsichtbarer Mittelpunkt. Wer lieber aus einem andern Punkte den Kreis betrachten mag, wird auch noch von dort die Gesetzmässigkeit darin entdecken; oder, ohne Bild zu sprechen, welche Ansicht einer auch von der Natur dieser Kräfte habe, mag er jede derselben sogar an eine eigenthümliche, feine Materie knüpfen, er wird noch immer mit uns die Reihe von Naturgesetzen durchforschen können, welche wir hier aufzustellen versuchen werden.

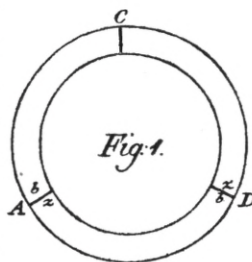
---

#### CHEMISCHE KETTENWIRKUNG

Wir werden nun auch die unter dem Namen der galvanischen so bekannten Wirkungen leicht mit unserer ganzen Ansicht der chemischen Kräfte in Verbindung setzen können. Wir wollen die wichtigsten Thatsachen derselben betrachten, und sehen, wie wir sie jetzt aus der Natur der chemischen Kräfte verstehen können.

Der bekannteste aller hiehergehörigen Versuche ist, dasz wenn man zwei verschiedene Metalle von sehr ungleicher Brennbarkeit, auf der einen Seite unter einander, auf der andern mit Wasser in

Verbindung setzt, so wird das brennbarere der Metalle schneller oxydirt, als es ausser einer solchen Verbindung geschehen würde. Setzt man noch eine Säure hinzu, wodurch die Oxydation des brennbareren der beiden Metalle befördert wird, so geschieht die Wirkung mit weit grösserer Schnelligkeit, und nun entwickeln sich auch an dem weniger brennbaren Metalle Luftblasen, welche aufgefangen und untersucht werden können, und als Hydrogengas befunden werden. Ohne eine solche Verbindung, wo ein jeder Körper mit dem andern eine Grenze gemein hat, lässt sich eine solche Kraftvermehrung nicht hervorbringen. Es ist dieses die galvanische Kette aus Körpern der anorganischen Natur zusammengesetzt; aber wir können sie auch mit eben dem Rechte die chemische Kette nennen, und sie mit der Lehre von den chemischen Kräften unmittelbar in Verbindung zu setzen suchen.



Wir erklären uns dieses nun so:  $ACD$  (Fig. 1.) stelle eine solche Kette vor, worin  $AC$  das brennbarere Metall,  $CD$  das weniger brennbare, und  $AD$  das Wasser ist. Es wirkt nun eine ungleiche Anziehung von Brennkraft und Zündkraft auf das Wasser. Es wird also eine Zertheilung in dem Wasser vorgehen. Die Zündkraft desselben wird gegen das Metall hingezogen werden, worin die Brennkraft das grösste Uebergewicht hat: seine Brennkraft hingegen, von diesem Metall abgestoszen, um das andre herum vorherrschend werden. Das Metall aber bleibt hierbei selbst nicht ruhig, sondern die Zertheilung der Kräfte, welche schon wegen ihrer ersten Ungleichartigkeit da war, wird durch die Anziehung von beiden Seiten noch vermehrt. Der zündungsfördernde Bestandtheil des Wassers wird zugleich mit der Zündkraft desselben bei  $A$  angesammelt, und trifft da noch das brennbarere Metall mit vermehrter Brennbarkeit an; es verbindet sich also damit, und verlöscht daher auf einen Augenblick den Gegensatz, der aber sich gleich darauf durch neue Ansammlung der Kräfte von beiden Seiten wieder herstellt. Eben so wird nun an dem entgegengesetzten Metall, worin die Zündkraft verhältnissmässig mehr überwiegend ist, und noch durch die Anziehung der Brennkraft im Wasser vermehrt wird, sich auch der brennbarere Bestandtheil des Wassers anhäufen, und, indem er als Luft weggeht, immer einen Theil der Zündkraft des Metalles mit sich führen,



wodurch denn auch hier der Gegensatz, eben wie auf der andern Seite, abwechselnd gehoben und wiederhergestellt wird.

Betrachten wir nun genauer das Innere dieses Vorganges, so sehen wir, dasz die Brennkraft von *A* aus, durch die ganze flüssige Masse abgestoszen wird, bei *D* aber von dem *z* des Metalls angezogen. Selbst aber stöszt auch hier das *b* des Wassers das *b* des Metalls weiter ab, wodurch es sich in der Richtung *DCA* dem Punkte *A* nähern musz, wo es noch von dem *z* des Wassers angezogen wird, und dieses wieder anzieht. Auf diese Weise herrscht eine beständige Verbreitung der Brennkraft in der Richtung *ADC*, und eine eben solche der Zündkraft in der Richtung *ACD*. Würde dieser Kreislauf der Kräfte irgendwo unterbrochen, so würde dadurch alle merkbare Kraftvermehrung aufhören. Man stelle sich nur den Kreis in *C* geöffnet vor, so würde das von dem *b* des brennbaren Metalls abgestoszene *z* sich bei *C* anhäufen, und vermittelt seiner Anziehung gegen das *b*, wie auch Abstoszung gegen das *z*, im Wasser, das Fortschreiten der Wirkung stöhren. Ein ähnlicher Vorgang, nur mit der entgegengesetzten Lage der Kräfte, würde in *CD* Statt finden. Die Trennung der Kette wird auf jedem Punkte eine ähnliche Störung der Wirkung zur Folge haben.

Die Unterbrechung der Kette geschieht aber nicht blosz durch einen leeren Raum, sondern gewöhnlich durch einen mit andern Körpern angefüllten, oder, was dasselbe heiszt, durch einen andern Körper. Nicht aber ein jeder andrer Körper unterbricht die Kette.<sup>1</sup> Trennt man die beiden Metalle durch ein andres Metall, oder durch Kohle, Reiszblei, gesättigtes Manganoxyd, so setzt sich die Wirkung noch immer fort; unterbricht man sie aber durch Glas, Harz, oder durch die meisten Salze und Metalloxyde, so hört die Wirkung gänzlich auf. Dasselbe gilt auch bei der Unterbrechung des Wassers. Diese kann durch eine andre Wassermasse geschehen, worin Säuren, Alkalien oder Salze aufgelöst seyn können; es kann auch durch die concentrirtesten Säuren geschehen, die wir kennen, wenn sie flüssig sind. Man kann leicht die getrennten Wassermassen durch Heberöhren, welche mit diesen Flüssigkeiten gefüllt sind, aufs neue in Verbindung setzen, und so die Wirkung wiederher-

---

<sup>1</sup> Die Versuche, wovon hier gesprochen wird, lassen sich besonders gut durch Zink, Silber und verdünnte Salz- oder Schwefelsäure anstellen. Sobald die Kette zu wirken anfängt, erscheinen Luftblasen an dem Silber. Mit reinem Wasser statt der Säuren ist der Erfolg zu langsam und oft gar nicht zu beobachten.

stellen. Man kann aber auch die Wassermassen durch Metalle verbinden, und wird sogar durch weit dünnere Cylinder davon als von irgend einer Flüssigkeit die Kette schliessen können. Ueberall wird man finden, dass nicht alle diese Körper zu der Schliessung mit gleichem Erfolg angewandt werden können, oder mit andern Worten, dass nicht alle Körper die Kettenwirkung mit gleicher Leichtigkeit durchlassen. Die Metalle können in dünne Dräthe ausgezogen angewandt werden, und das Durchlaufen einer langen Strecke darin schwächt die Wirkung nicht bedeutend. Die Heberöhren aber, worin man die verbindenden Flüssigkeiten einschlieszt, müssen viel weiter seyn, und die Länge derselben hat einen groszen vermindernden Einfluss. Wir nennen nun die Körper, welche die Wirkung der chemischen Kräfte mit Leichtigkeit durchlassen, gute Leiter derselben; die aber, welche sie schwer durchlassen, schlechte. Mehrere Körper stehen in Absicht der Leitungsfähigkeit zwischen jenen Klassen in der Mitte, und können also mittlere Leiter genannt werden. Wir haben nun mit diesem allen nichts gesagt, was nicht schon von dem Galvanismus bekannt wäre; es hat sich hier aber gezeigt, dass nichts verhindere, diese Wirkung als eine reine chemische Kettenwirkung zu betrachten. Auch der Begriff der Leitung selbst ist uns in der Chemie nicht fremd, so dass wir also um so viel weniger scheuen dürfen, ihn auch unmittelbar auf die chemischen Kräfte anzuwenden. Uebrigens wäre es vielleicht noch schicklicher, die Kettenwirkung wegen des Kreislaufs der Kräfte die chemische Kreiswirkung zu nennen.

Es ist zur Bildung eines solchen chemischen Kreises durchaus nothwendig, dass ein Leiter da sey, welcher sich indem er leitet zugleich zerlegt, damit nicht die Bedingungen von allen Seiten gleich werden, und ein Gleichgewicht zu Stande gebracht werde. Denn wenn alles übrige gleichgesetzt wäre, blosz die Brennkraft ungleich, so setzen wir z. B. in Fig. 1. die überwiegende Brennkraft in  $AC = u$ , die in  $CD = u + x$ , die von  $AD = u + x + y$ , wobei nur zu bemerken ist, dass wenn nicht die Brennkraft in  $AC$  überwöge, sondern die Zündkraft, so wäre  $u$  eine negative Grösze; man wird dann die Wirkung von  $AC$  und  $CD$  auf  $AD$  vermittelst der Ungleichheit ihrer Brennkraft haben  $= u + x - u = x$ , wodurch in der Richtung  $AD$  angezogen wird.  $CD$  und  $AD$  werden auf dieselbe Weise mit der Kraft  $y$  in der Richtung  $CA$  oder  $AD$  wirken. Die Wirkung in dieser Richtung wäre demnach  $= x + y$ . Die Wir-



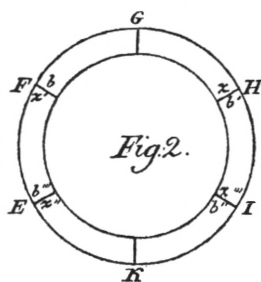
kung aber von  $AC$  und  $AD$  ist  $= x + y$  in der entgegengesetzten Richtung. Alles würde sich dem zufolge ganz aufheben, wenn nicht ein andres Verhältnisz mit einträte. Dieses ist nun die Zerlegung des Leiters, welche wir aber in der Folge als Wirkung einer vielfältig schlechtern Leitung als der metallischen darstellen werden. Es möchte hiebei sehr auffallend erscheinen, dasz das Wasser der einzige Körper zu seyn scheint, der diese Eigenschaft eines Leiters zweiter Art (wie es *Volta* genannt hat) besitzt, indem alle hiehergehörige Körper wasserhaltig sind. Es ist aber zu bemerken, dasz alle verbrannte Körper, welche nicht vortreffliche Leiter sind, im festen Zustande sehr schlecht leiten, im flüssigen aber entweder Wasser enthalten, oder eine sehr hohe Temperatur haben. Vielleicht würde man in höhern Temperaturen auch Kreiswirkung ohne Gegenwart des Wassers erhalten; nur sind hier die Versuche sehr schwer anzustellen.

Bringt man einen festen Leiter zwischen zwei wasserhaltige flüssige, in denen er das Wasser decomponiren kann, so aber doch, dasz er sich in dem einen leichter oxydirt als in dem andern, so wird der Theil, welcher mit der meist oxydirenden Flüssigkeit in Berührung steht, als der brennbarere wirken. Enthält aber die eine Flüssigkeit kein Wasser, oder doch nichts, was unter den gegebenen Umständen sich decomponiren läßt, so wird das Metall sich als der brennbarere, und die Säure als der weniger brennbare Körper verhalten, und das Wasser sich zwischen beiden zerlegen.

Bringt man zwei Metalle von sehr ungleicher Brennkraft in genaue Berührung in der Luft, so wird auch hier ein verändertes Verhältnisz der Kräfte hervorgebracht. Man kann beide zusammen nun als einen Körper ansehen, worin die Brennkraft ungleich vertheilt ist. Die Brennkraft wird wegen ihrer Anziehung selbst auf die Grenzen der einen Seite hervorgezogen, und die entgegengesetzte Kraft in dem entgegengesetzten Theil überwiegend. Wie bekannt zeigt sich diese Wirkung vermittelst des electrischen Condensators, und nur durch anziehende und zurückstosende Kräfte. Um zerlegt zu werden ist die Luft, ohne Beihülfe der Wärme, ein zu schlechter Leiter.

Wir könnten noch viele andre merkwürdige Verhältnisse aus der Natur der einfachen chemischen Kreiswirkung ableiten, wenn wir sie nicht noch vollkommner in der zusammengesetzten sähen.

Um die Lehre von dieser einzuleiten, wollen wir nur noch eine Thatsache der einfachen Kette betrachten, welche gewissermaßen den Uebergang zu der zusammengesetzten macht. In Fig. 2. stelle  $FG$  ein brennbareres,  $GH$  ein weniger brennbares Metall vor.  $FE$  und  $HI$  sind zwei gleichartige Massen eines flüssigen Leiters,  $EKI$  ein Metall. Da der flüssige Leiter mittelst eines festen verbunden ist, so macht das Ganze eine wirksame Kette aus. Von dem brennbarsten Punkte  $b$  des zusammengesetzten festen Leiters wird die Zündkraft und der zündende Bestandtheil gegen  $z'$  hingezogen, wogegen der brennbare von  $b$  abgestoszen, und gegen  $b'$  hingezogen wird. Auf dem Wege aber begegnet dieser brennbarere Bestandtheil dem festen Leiter  $EKI$ , wo er nicht durchkommen kann, wo er aber zugleich die von  $b$  aus angezogene Zündkraft in  $z''$  antrifft; er ist also in  $b'''$  unter denselben Bedingungen, worunter er in  $b'$  seyn würde, er wird also als Luft erscheinen. Aus ähnlichen Gründen wird auch in  $b''$  sich Brennkraft ansammeln, und in  $z'''$  der zündungfördernde Bestandtheil der Flüssigkeit, welcher sich in den meisten Fällen mit dem Metalle in  $b''$  vereinigt. Diese Erscheinung wird man schwerlich bemerken können, wenn man nicht Zink und ein sehr wenig brennbares Metall als feste, verdünnte Salz- oder Schwefelsäure als flüssigen Leiter braucht; dann hat man aber sie auch deutlich genug, um sie zu untersuchen.



Wäre nun  $EKI$  ein aus einem mehr brennbaren Körper  $KI$ , und einem weniger brennbaren  $KE$  zusammengesetzter fester Leiter;  $FGH$  aber ein einfaches Stück Metall, so würde auch hier die Brennkraft in  $b$ , die Zündkraft in  $z$  das Uebergewicht bekommen, und dieselben Luftentwicklungen auch Statt finden, als wenn  $FG$  ein brennbareres,  $GH$  ein weniger brennbares Metall wäre. Hieraus ersieht man denn, dass wenn  $FG$  und  $IK$  beide brennbarere,  $GH$  und  $EK$  beide weniger brennbare Metalle wären, so würde jedes dieser Glieder in dem andern die Vertheilung hervorbringen, welches schon in demselben vorher vermöge dessen Zusammensetzung vorhanden war; d. i. das eine dieser Glieder wird die Wirkung des andern verstärken. Dieses macht also schon eine zusammengesetzte chemische Kreiswirkung. Dieselbe Schlusart lässt sich auch auf so viele Glieder wie man will anwenden. Die



Wirkung einer solchen zusammengesetzten Kette nimmt nun zu, wie die Zahl der Glieder, nur mit der Beschränkung, welche die Verminderung der Leitungsfähigkeit durch Vermehrung der Glieder leidet.

Wir werden nicht in die weitere Untersuchung aller bei diesen Wirkungen Statt findenden nähern Bestimmungen eingehen. Ihre Beschaffenheit und ihr Zusammenhang mit den Grunderscheinungen sind zu bekannt. Es war hier bloß die Absicht uns zu überzeugen, daß die Erscheinungen, welche wir galvanische nennen, sich wirklich aus den chemischen Kräften ableiten ließen; und selbst zu diesem Zwecke wäre vielleicht, nachdem wir die chemischen Kräfte als anziehend und abstoßend dargethan hatten, eine kürzere Hinweisung auf die Thatfachen zureichend gewesen, wenn wir nicht des vollkommneren Zusammenhanges wegen, und um das nähere Verhältniß so viel als möglich zu ergründen, weiter gegangen wären. Wir wollen uns nun aber begnügen einen Blick auf die wohlbekannte Wirkung des chemischen Kreises zu werfen, bloß um es uns recht nahe vor die Augen zu rücken, wie sehr sie unsere Ansicht der chemischen Kräfte bestätigt.

Wie bekannt, ist die wahre Form der chemischen Kreiswirkung wirklich ein Kreis. Einen Körper der Einwirkung dieses Kreises auszusetzen, ist eigentlich, denselben mit als Glied in die Kette einzufügen. Man nimmt nur ein flüssiges Glied weg, welches nach der gewöhnlichen Bauart, wo der Kreis gerade gemacht, und nicht durch ein Metall geschlossen wird, schon geschehen ist, und läßt das brennbarere Metall der einen Seite, und das weniger brennbare der andern sich in Dräthen endigen, welche man mit einer beliebigen Flüssigkeit in Verbindung setzt. Wenn wir die Dräthe daran von anderm Metall machen, so ist dieses eine kleine Störung oder Beförderung der Wirkung des Ganzen, die nur wegen ihrer Geringfügigkeit ausser Acht gelassen werden kann. Auch bringt die Natur des flüssigen Leiters eine Veränderung in der Wirkung der Kette hervor, welche aber nicht auf die Art, sondern nur auf die Größe der Wirkung des Ganzen einen Einfluß hat. Betrachten wir nun die ganze chemische Wirkung des Kreises, so finden wir, von dem flüssigen Leiter ausgehend, daß die Stoffe, worin die Zündkraft überwiegt, von dem weniger brennbaren Metalle zu dem brennbareren gezogen werden; die aber, worin die Brennkraft vorherrschend ist, in der umgekehrten Richtung. Nimmt

man nun reines Wasser in dem Beobachtungsgliede, so wird daraus, wie bekannt, der zündungsfördernde Bestandtheil (das Oxygen) gegen die brennbare Seite, der brennbare Bestandtheil aber (das Hydrogen) gegen die weniger brennbare Seite geschieden. Nimmt man ein aufgelöstes Metalloxyd, das nicht zu den allerschwer-reductibelsten gehört, so wird das Metall in seinem brennbaren Zustande gegen den Leiter mit überwiegender Zündkraft gezogen, das Oxygen aber, oder auch eine kleine Menge Metall mit viel Oxygen, an den entgegengesetzten Leiter angezogen. Durch sehr starke Ketten und wenig feuchte Oxyde, werden sogar noch stärkere Reductionen hervorgebracht. Nimmt man endlich ein Salz, so wird auch hier das Gesetz bestätigt: das Alkali wird von dem Leiter mit überwiegender Zündkraft angezogen, die Säure aber von dem entgegengesetzten. Dieses geschieht noch durch weite Räume von Flüssigkeit, ja sogar durch verschiedenartige, so dasz das Salz nicht mit beiden Leitern, ja nicht einmal mit einem in Berührung zu seyn braucht, wenn nur durch andre Flüssigkeiten der Kreis geschlossen wird. Selbst durch Körper, welche eine ziemlich grosze Anziehung zu einem Stoffe haben, kann er vermittelst dieses groszen Kreislaufs durchgeführt werden. Nur wenn er in dem Durchgange eine beinahe unauflösliche Verbindung, welche zu Boden fällt, hervorbringt, wird der Uebergang meistens oder ganz gehindert. Wir sehen also auf der einen Seite Alkalien und brennbare Körper, auf der andern Säuren und den zündungsfördernden Stoff von denselben Kräften angezogen, wie es schon aus unserer allgemeinen Ansicht der gewöhnlichen chemischen Vorgänge folgte. Wir sehen, dasz diese Trennungen durch Anziehungen und Abstosungen erfolgen, welche sogar durch feste Körper hindurchgehen, und ohne dasz einer von den beiden getrennten Körpern mit irgend einem wahrnehmbaren Stoff, eine neue Vereinigung einzugehen brauchte. Wir sehen endlich hier die chemischen Kräfte bis zu einem solchen Grade verstärkt auftreten, wie sie sonst kaum auf irgend eine Weise hervorzubringen sind, und wenigstens nie in dieser Reinheit; wir haben also die vollkommene Ueberzeugung, dasz die Kräfte, welche wir für die chemischen Hauptkräfte angesehen haben, dieses wirklich sind.

Die Kreiswirkung giebt uns nun auch eine Gelegenheit, die Natur dieser Kräfte weit genauer zu untersuchen; denn schon in der einfachen Kreiswirkung erscheinen sie als Anziehungen und



Abstosungen, weit mehr aber zeigen sie diese Eigenschaft in der zusammengesetzten; denn sobald man nur einen Kreis von einigermaßen starker Wirkung öffnet, so dasz also nur eine höchst unvollkommene Schlieszung durch die Luft zurückbleibt, so erscheinen diese Anziehungen und Abstosungen deutlich genug. Ihre vollkommene Gleichheit mit den durch Reibung hervorgebrachten electrischen Anziehungen und Abstosungen, ist schon hinlänglich bewiesen. Wir werden also diese in unserer Untersuchung zu Hülfe nehmen.

---

#### DIE ELECTRISCHEN KRAEFTE ALS CHEMISCHE BETRACHTET

Wir wissen jetzt, dasz wir in den electrischen Wirkungen dieselben Kräfte wiederfinden, welche auch die chemischen Wirkungen hervorbringen, und zwar in ihrer freisten nach auszen gerichteten Thätigkeit. Wir wollen nun unsere Betrachtung von dieser freisten Wirkungsform anfangen, um zu sehen wie sie durch verschiedene durchlaufene Grade wieder die Insichgekehrtheit der chemischen Form annehmen könne. Damit aber die Untersuchung eine desto grözere Unabhängigkeit gewinne, wollen wir sie durchaus so führen, als wenn wir von der chemischen Seite aus bisher nichts über den Ursprung der electrischen Wirkungsform bestimmt hätten, und werden daher mit den Resultaten der reinelectrischen Untersuchungen anfangen, um nach und nach zu den chemischen überzugehen.

Es ist bekannt, dasz in den electrischen Wirkungen zwei verschiedene Eigenschaften sich thätig zeigen, die so beschaffen sind, dasz sie einander wechselseitig in ihren Erscheinungen aufheben. Als thätige Eigenschaften nennen wir sie auch Kräfte, ohne ihre Natur damit weiter bestimmen zu wollen, und wegen der gegenseitigen Aufhebung nennen wir diese Kräfte entgegengesetzt. In dieser mathematischen Bedeutung werden wir, den gewöhnlichen Sprachgebrauch annehmend, die, welche Glas mit Seide gerieben giebt, die positive nennen, die aber, welche die Seide hiedurch erhält, die negative. Wir nehmen ferner an, als durch bekannte Erfahrungen bewiesen, dasz jede der electrischen Kräfte auf sich selbst zurückstoszend wirkt, auf die entgegengesetzter Art aber anziehend. Es können sich daher diese beiden Kräfte gegen-

seitig so binden, dasz keine sich durch irgend ein äuszeres Zeichen kennbar machen kann; und ein Körper könnte also eine unermessliche Menge davon lange unentdeckt enthalten. Brächte man aber einen solchen Körper in die Nähe eines electrischen, so würde, durch die Anziehung der in diesem vorherrschenden Kraft gegen die entgegengesetzte, und deren Abstoszen gegen dieselbe Art, jenes Gleichgewicht bald gehoben seyn, und die positive Kraft in einem, die negative in einem andern Theil des vorher unelectrischen Körpers das Uebergewicht gewinnen, zwischen beiden aber müszte eine Gleichgewichtszone daseyn; sobald aber der electrische Körper darauf zu wirken aufgehört hat, werden auch die Kräfte, durch ihre eigene wechselseitige Anziehung, sich langsamer oder schneller ins Gleichgewicht setzen. Wenn aber auch umgekehrt ein Körper durch die blosze Annäherung an einen electrischen eine solche Vertheilung zeigt, aber, entweder sogleich, oder nach und nach, wenn der electrische Körper zu wirken aufhört, in das Gleichgewicht zurückgeht, so müssen wir von ihm annehmen, dasz er die beiden Kräfte, nur im Gleichgewicht, schon vorher enthielt. Nun ist aber dieses Verhältnisz allen Körpern gemein; also müssen wir annehmen, dasz alle Körper die electrischen Kräfte, nur durch das Gleichgewicht unmerklich, enthalten.

Wenn ein Körper, der durch die Annäherung an einen electrischen die so eben beschriebene Kraftvertheilung erlitten hat, demselben weiter genähert wird, so verstärkt sich dadurch der Gegensatz. Der dem electrischen nächste Theil erhält immer mehr und mehr von der entgegengesetzten Electricität, und der entferntere von derselben Art, die der electrisirte Körper selbst hat. In einer gewissen Nähe endlich, die für einen jeden Leiter verschieden ist, wird ein Theil der Electricität in dem ersten Körper die entgegengesetzte, von ihm selbst hervorgerufene, in dem zweiten Leiter aufheben, und nur die der seinigen gleiche in dem entfernteren Theil zurücklassen. Diese aber wird auch stark genug seyn, um mit der in dem ersten Körper zurückgebliebenen das Gleichgewicht zu halten; denn ehe es dahin gekommen ist, wird immer der zuerst electrisirte Körper noch mehr von der entgegengesetzten Electricität anziehen und so das Gleichgewicht wieder aufheben. Es hat daher ganz das Ansehen, als ströme die Electricität aus dem einen Körper in den andern ohne weiteres über.



Nach diesem Anscheine hat man bekanntlich diese Uebergangsweise die durch Mittheilung genannt, im Gegensatz der ersten, welche nicht ohne Grund Vertheilung genannt worden ist. Auf jeden Fall hat man ein Recht, die Sachen nach dem bloszen Anschein zu benennen, wenn man nur anerkennt, dasz der Ausdruck keine tiefere Bedeutung haben soll; mehr die Sache selbst bezeichnend würde es vielleicht seyn, die sogenannte Mittheilung, Electricisirung durch Ausgleichung, zu nennen. Doch es kommt hier nicht sehr auf den Ausdruck an, wenn man nur die Sache nicht übersieht, dasz nämlich ein Körper, der von einem andern Electricität zu bekommen scheint, eigentlich etwas von einer der seinigien verliert, und durch die Art, die er zurückbehalten, electricisch erscheint. Sollte man sich diese Wahrheit noch weiter versinnlichen wollen, so denke man sich nur einen, an dem einen Ende mit einer Spitze versehenen, Körper dem electricirten mit zugekehrter Spitze gegenüber gestellt; man weisz dann, und kann es im Dunkeln auch sehen, dasz die Spitze eben die Electricität ausströmt, welche der des electricirten Körpers entgegengesetzt ist; der Körper mit der Spitze aber dieselbe Electricität, wie der zuerst electricirte Körper, zurückbehält. Der Franklinianer wird sich hierüber ganz anders ausdrücken; wir sprechen in dieser Sache eigentlich nicht mit ihm. Seine Theorie hat das Verdienst, die erste Darstellung der electricischen Grundgesetze gegeben zu haben, und dieses wird immer bleiben; die Willkührlichkeit aber, womit man einer der Thätigkeiten eine so ganz andre Würde zuschreibt als der andern, musz unserer Darstellung, welche von gar keiner hypothetischen Ursache ausgeht, gegenüber, noch gewagter erscheinen: und so hat sie sich gegen uns, nicht wir uns gegen sie zu rechtfertigen. Uebrigens wird er sich mit uns über das meiste in dem Folgenden verständigen, besonders in so weit es blosz electricische Gesetze angeht. Man wird nämlich nach einer jeden der angenommenen Theorien gestehen müssen, dasz immer eine Vertheilung der Mittheilung vorangeht.

Wenn also eine der electricischen Kräfte sich durch den Raum verbreitet, so geschiehet dieses so, dasz sie gleich in der nächsten Zone die entgegengesetzte Kraft anziehet, diese bindet, und selbst davon wiederum eine Verminderung erleidet, wodurch nun also die nächste Zone wirklich das Uebergewicht derselben Kraft, die sich verbreitet, erhalten hat, selbst aber eine neue Zone der ent-

gegengesetzten erregt, um sie doch auch wieder aufzuheben, u. s. w. Man könnte dieses dadurch ausdrücken, dasz man sagte: die Electricität verbreitet sich undulatorisch. In den guten Leitern heben sich diese Gegensätze so geschwinde, dasz keine Wahrnehmung davon möglich ist; in den schlechten Leitern aber kann man sie mit dem Electrometer entdecken, und viele durch einander erregte Abwechselungen von  $+E$  und  $-E$  darin entdecken. Wenn die electricische Wirkung in einem guten Leiter Spuren hinterlassen hat, in welchem Falle er aber auch nicht als guter Leiter gewirkt hat, so sieht man auch Beweise der Abwechselung der Kraftzonen. Ein Metalldrath z. B., welcher durch die Electricität geschmolzen ist, erscheint immer in kleinen Perlen oder Kügelchen, worin ausgedehntere und zusammengezogene Zonen also mit einander wechseln. Wenn man einen Metalldrath durch eine starke electricische Ladung in Dampf verwandelt, und diesen auf einem untergelegten Stück Papier auffängt, so legt er sich darauf in so regelmäßigen Abtheilungen an, dasz die Verbreitung der Electricität darin deutlich abgebildet erscheint.

Es folgt also aus der Natur der Sache, und der Augenschein giebt es, dasz die Verbreitung der electricischen Kräfte nur in einer abwechselnden Störung und Wiederherstellung des innern Gleichgewichtes der Kräfte besteht. Hieraus ergibt sich zugleich, dasz die electricischen Kräfte nur durch sich selbst (nämlich durch andre electricische Kräfte) geleitet werden. Wer aber die Ueberzeugung mit uns theilt, dasz es eben diese Kräfte sind, vermittelt welcher der Raum körperlich wird, musz diesen Ausdruck mit dem gewöhnlichen, dasz die Körper die Kräfte leiten, doch gleichgeltend finden.

Die Leitung ist also nach dieser Ansicht eine innere Veränderung in den Kräften der Körper selbst: eine innere Veränderung der Kräfte verdient aber eine chemische genannt zu werden. Nur sind die hier beschriebenen Veränderungen darin von den chemischen verschieden, dasz sie nur vorübergehend sind, indem die Gegensätze durch die eigene Anziehung der Kräfte wieder verlöscht werden. Je langsamer sie die Electricität annehmen, je langsamer geschieht auch dieses Verlöschen. Der schlechteste Leiter verharret also am längsten in dem Zustande, in welchen er einmal versetzt worden. Gäbe es also einen vollkommenen Nichtleiter, und gäbe es ein Mittel, diesen electricisch zu machen, so würde man dadurch



eine dauernde innere Veränderung hervorbringen. Dieses scheint nun zwar eine vollkommene Unmöglichkeit, beiden Bedingungen nach. Es käme aber darauf an, ob wir nicht finden könnten, dass Körper unter gewissen Umständen für dieselbe Kraftmenge Nichtleiter seyn könnten, für welche sie sonst einige Leitungsfähigkeit besitzen. Um dieses zu untersuchen, werden wir die Natur der electrischen Kraftverbreitung noch genauer untersuchen müssen.

Da jede der electrischen Kräfte auf sich selbst zurückstoszend wirkt, so kann auch eine Kraft für sich in einem Leiter nicht zur Ruhe kommen, ehe sie zu der Grenze desselben gekommen ist. Wir sehen dieses aus der Natur der Sache folgende Gesetz auch in der Erfahrung bestätigt, wo man es so ausdrückt: Die Electricität verbreitet sich nur auf der Oberfläche der Körper. Sobald aber die beiden Kräfte anziehend auf einander wirken, so durchdringen sie auch leicht das Innere der Körper.

Wir müssen überhaupt die freie Verbreitung der Electricität von der gezwungenen wohl unterscheiden. Jene geschieht durch die selbstständige Thätigkeit einer der Kräfte, sowohl durch ihre Ausdehnungskraft, als durch die Anziehung der entgegengesetzten, in so weit diese sich im Gleichgewichte befindet, und über den ganzen umgebenden Raum gleichförmig verbreitet ist, oder in so weit die durch äuszere Ursachen aus ihrem Gleichgewichte gekommenen Kräfte sich durch eigene Anziehung darin wieder zurückversetzen: diese aber findet da Statt, wo eine freie entgegengesetzte Kraft die zu verbreitende anzieht, oder wo auch die Kraft selbst, mittelst Hemmungen und Ungleichheiten im Raume, sich selbst einen solchen anziehenden Gegensatz erweckt. Beispiele der gezwungenen Leitung sehen wir sowohl in der electrischen Ladung als Entladung, wie auch in den Condensatorwirkungen.

Die Leitung der Electricität wird durch ihren Grad und ihre Quantität bestimmt. Der Grad wird durch die Stärke der Anziehungen und Abstosungen gemessen, wozu man das Electrometer braucht. Man könnte diese Eigenschaft die Stärke (die Intensität) der Electricität nennen; man hat sie auch die Spannung genannt. Die Menge der Electricität wird durch die Oberfläche gemessen, welche sie bis auf einen gewissen Electrometergrad electrificiren kann. Alles übrige gleichgesetzt, muss sich die Menge also wie die Oberfläche verhalten; die Stärke aber (alles übrige, also auch

die Mengen, gleichgesetzt) muss in irgend einem umgekehrten Verhältnisse des Raumes seyn. Die electricische Wirkungsgrösze ist natürlicherweise in einem zusammengesetzten Verhältnisse der Stärke und Menge.

Es ist einleuchtend, dass die Electricität sich desto mehr im Raume verbreiten muss, je mehr Stärke sie hat. Wir sehen dieses auch in der Erfahrung an einem isolirten Körper, welcher in der freien Luft immer eine mit seinem Electrometergrade im Verhältnisz stehende Menge von Electricität verliert. Dieser Verlust aber rührt ja von der Leitungskraft der Luft her; man kann also auch sagen, dass die Leitungsfähigkeit der Luft sich wie die Stärke der zu leitenden Electricität verhalte. In Medien, welche nicht luftförmig sind, lässt ein solcher Versuch sich zwar nicht anstellen; man sieht aber doch aus unzähligen Erfahrungen, dass schwächere Electricität da isolirt ist, oder nur vertheilend wirkt, wo eine stärkere sich frei verbreiten würde, und Ausgleichung Statt finden.

Eine unendlich schwache Electricität würde also von einem jeden Körper isolirt werden, weil kein Körper ein absolutvollkommener Leiter ist. Es wird demnach für die sehr schlechten Leiter Stärken der Electricität geben, welche sie vollkommen isoliren.

Je grösser die Menge der Electricität ist, um so viel schwieriger wird die vollständige Leitung derselben; denn in demselben Grade wie die Electricitätsmenge in einem gegebenen Leiter vermehrt wird, in demselben Grade wird auch die Abstoszung darin anwachsen müssen, und so einen Widerstand leisten, welcher für gegebene Umstände immer sein Grösstes haben muss. Je schlechter der Leiter ist, oder je länger die sich verbreitende Electricität in jedem Punkte verweilen muss, um so viel weniger wird er auch in einer gegebenen Zeit ableiten können. Wenn wir nun zwei verschiedene Leiter vergleichen, so müssen wir immer zwei Electricitätsmengen ausmitteln können, welche sie in gleicher Zeit leiten müssen. Im Verhältnisz gegen diese sind sie nun gleich gute Leiter, so ungleich sie sich auch gegen gleiche Mengen verhalten mögen. Setzt man aber die Stärke der Electricität in beiden ungleich, in dem besseren Leiter geringer, so wird man noch leichter einen Punkt treffen, worin sie einander gleich sind. Man wird also für einen jeden Leiter eine so geringe Stärke und so grosse Menge der Electricität finden können, dass sie von demselben isolirt wird. Uebrigens ist es einleuchtend genug, dass die innere Thätigkeit in



zwei solchen durch verschiedene Umstände gleichen Leitern sehr ungleich, und in dem besseren Leiter die grösste ist. Aber auch in dieser Rücksicht kann man eine Gleichheit bewirken. Es ist nemlich offenbar, dasz eine gleiche Stärke den besseren Leiter in eine grössere innere Thätigkeit setzt, als den schlechteren. Man musz also für diesen eine Electricitätsstärke finden können, welche ihn an innerer Thätigkeit mit jenem gleich setzt. Diese Grundsätze werden sich in dem Folgenden vollkommen bestätigen.

Wollen wir nun durch eine erzwungene Leitung die Körper in einen innern Thätigkeitszustand versetzen, woraus sie sich nicht wieder selbst durch eigene Leitung herauszuziehen vermögen, oder wollen wir chemisch wirken, so müssen wir also die Menge in ein gleiches, den Grad aber in ein ungleiches Verhältnisz zu der Leitung setzen. Die kleinste Menge mit dem grössten Grade finden wir in dem Funken von dem gewöhnlichen Leiter einer Electrisirmaschine. Dieser wird daher auf die schlechtesten Leiter anzuwenden seyn. Gröszer findet man die Menge im Verhältnisz zu der Stärke in der electrischen Batterie; sie ist daher auf grössere Leitungen anzuwenden. Zwischen diesen beiden Verschiedenheiten ist übrigens kein groszer Sprung, da man mit einem groszen Leiter einer sehr kräftigen Maschine sich der Wirkung der Ladung sehr nähert. Ein sehr groszer Sprung aber ist von der Wirkung der Reibungselectricität zu dem der Berührungselectricität; denn die Menge der Electricität ist darin, bei einer kaum merklichen Stärke, ungeheuer. Bekanntlich fand *van Marum*, dasz eine Voltaische Säule die grosze *Teilersche*<sup>1</sup> Batterie in einem unmerklichen Nu bis zum vollständigen Gleichgewichte lud, und dasz die grosze *Teilersche* Electrisirmaschine, die grösste bisher bekannte, die Umdrehung einiger Minuten brauchte, um eben soviel auszurichten. Die Wirkung einer gewöhnlichen Voltaischen Säule wird daher für schlechte Leiter null seyn, für bessere aber um so beträchtlicher.

Vergleichen wir nun hiemit die Erfahrungen: auf Marmor, Kalkspath, Gyps, Witherit, Strontanit, bringt der electrische Funke, wie *Simon* gezeigt hat, nicht bloss einen Strich hervor, sondern macht auch, dasz das Alkali darin vorherrschend wird. Man sah dieses vorher als eine blossze Sprengung auf der Oberfläche an; jetzt wird man doch nicht umhin können, es als eine chemische Wirkung anzuerkennen. Man findet auch, dasz die Electricität desoxydirend

<sup>1</sup> [o: Teyler.]

auf Metalloxyde wirkt; an Metallen findet man umgekehrt durch starke Funken, oder noch mehr durch Entladungen, Oxydation hervorgebracht; die nähern Bedingungen sind noch nicht gründlich untersucht.

Lässt man electriche Funken durch Terpentinöhl schlagen, so entwickelt sich daraus sogleich eine Luft, und das Oehl nimmt nach und nach eine braune Farbe an. Die Leiter müssen sich aber dabei auszerordentlich nahe stehen. Andre Oehle geben ähnliche Resultate.

Ammoniak als Luft, wie auch Wasserdämpfe, werden bekanntlich durch den electriche Funken zersetzt.

Auf alle diese Körper wird die electriche Säule wenig oder gar nicht wirken.

Lässt man die Reibungselectricität auf Wasser wirken, so bieten sich die lehrreichsten Umstände dar. Setzt man den Leiter der Maschine vermittelst eines andern Leiters mit dem Wasser in vollkommene Verbindung, so erhält man durchaus keine Zerlegung desselben. Lässt man dagegen Entladungsschläge aus einer geladenen Flasche darauf wirken, oder sehr grosze Funken aus dem Leiter einer Maschine, so erhält man Luftentwicklung. Mit weit weniger Kraft erlangt man aber eine Zerlegung, wenn man in einer Röhre mit Wasser zwei isolirte Leiter, wovon nichts als die Spitzen entblöszt sind, einander gegenüber stellt; denn nun wird die angewandte Menge genöthiget, auf einen weit engern Raum zu wirken, welcher sie nicht mehr zu leiten vermag. So erhält man denn das Oxygen und Hydrogen in Luftform aus dem Wasser ausgeschieden.

Diese Wirkung nun hat die Berührungselectricität mit der Reibungselectricität gemein; aber sie bringt sie hervor ohne Isolation, und bei so geringer Intensität, dasz dieselbe oft nur durch einen guten Condensator deutlich gemacht werden kann. Es ist begreiflich, dasz sie bei einer so geringen Stärke gar nicht auf die schlechten Leiter wirken kann. Selbst das Wasser ist ihr noch nicht ein hinreichend guter Leiter, um darin ihre gröszte Wirkung hervorzubringen; durch hinzugesetzte Alkalien, Säuren oder Salze, wodurch die Leitung bedeutend vermehrt wird, steigt auch ihre Wirkung ansehnlich. Nur die höchsten Grade der Leitung verbrannter flüssiger Körper, wie der concentrirten Schwefel- oder Salpetersäure, scheinen ihr weniger günstig zu seyn.

Wie bekannt, bringt die electriche Säule alle chemische Wir-



kungen hervor, sowohl Oxydationen und Desoxydationen, als auch Anziehungen der Alkalien und Säuren, worauf wir uns denn auch früher, nur in einem andern Zusammenhange, berufen haben. Man kann wohl aber nicht einen Augenblick anstehen, die Kräfte, welche alle chemischen Wirkungen hervorbringen, die chemischen Kräfte zu nennen. Wir sind so von zwei verschiedenen Seiten, von der Betrachtung der chemischen Wirkungen aus, und von der der electrischen, auf dieselbe endliche Folge gekommen: dasz die chemischen und electrischen Wirkungen durch dieselben Kräfte hervorgebracht werden. Da wir aber auch finden, dasz die mechanische Raumerfüllung von denselben herrühren könne, und in dem Folgenden dieselben Kräfte auch in allen andern Wirkungen der Körper sehen werden, so ist es nothwendig, dasz wir uns hüten, alles mit einander zu vermischen. Wir werden also die electrische Wirkung, die chemische, die Wärmewirkung, das Licht, nicht mit einander zusammenwerfen, sondern wir werden sie alle als verschiedene Wirkungsformen der beiden allgemeinen Kräfte betrachten. Die Formen gehen aber auch durch manche Stufen in einander über. So ist die eigentliche electrische Grundform: die freie Verbreitung beider Kräfte durch ihre Ausdehnungs- und Anziehungskraft. In der electrischen Ladung ist diese schon mehr mit dem Insichseyn der chemischen Wirkungsform vermischt. Noch mehr geschieht dieses in den electrophorischen Wirkungen, und endlich kommt man zu dem vollkommenen Gebundenwerden der Kräfte in den electrischen Sprengungen, Luftdecompositionen, Oehlzersetzungen, Wasserzersetzung u. s. w. Um aber genauer den Unterschied der Wirkungsformen zu erkennen, wird es nothwendig seyn, auch die übrigen betrachtet zu haben. Am nächsten aber nun liegt uns hier die Wärme.

---

#### HERVORBRINGUNG DER WAERME UND DARAUS ABGELEITETE GESETZE DERSELBEN

Seit dem man grosze Mengen von electrischen Kräften zu behandeln gelernt hat, weisz man auch, dasz sie oft Wirkungen hervorbringen, welche denen der Wärme gleich sind. Diese Erscheinung hat die Physiker auf viele widersprechende Theorien geleitet. Einige haben diese wärmeähnlichen Wirkungen gar nicht für

wahrhaft identisch mit denen der Wärme halten wollen, sondern haben geglaubt, dass die Electricität selbst Schmelzungen hervorbringe, und auch Zerreisungen, welche durch ihre Aehnlichkeit mit den Dämpfen täuschen könnten. Andre äuszerten die Vermuthung, dass die electricischen Erschütterungen mechanisch aus den Körpern Wärme entwickelten. Wieder andre haben gemeint, dass die electricischen Materien Wärme als Bestandtheil enthielten. Am leichtesten würde man sich hier die Erklärung machen, wenn man zwei electricische Materien annehmen wollte, welche als zwei unbeschreiblich feine Gasarten zu betrachten wären, die durch ihre wechselseitige Anziehung sich verdichten, und so ihren enthaltenen Wärmestoff von sich geben. *Winterl* äuszerte zuerst die glückliche Idee, dass der Wärmestoff durch die Vereinigung der Principien der Alkalität und Acidität hervorgebracht werde, welches zwar noch nicht ganz das Rechte trifft, aber uns auf dem geradesten Wege dahin führt. Wir wollen hier nicht alle jene unhaltbare Vorstellungsarten einer Kritik unterwerfen, die Darstellung des wahren Verhältnisses, worin wir einige wenige widerlegende Bemerkungen einstreuen werden, musz hinreichend seyn sie zu widerlegen.

Wir wollen mit einer Reihe von Thatsachen anfangen.

Lässt man die Electricität durch einen Körper wirken, welcher sehr vollkommen leitet, so bemerkt man keine Spur von Wärmeentwicklung.

Wendet man also Metalldräthe zur Leitung einer gewissen Electricitätsmenge an, so wird man immer einen so dicken wählen können, dass er dadurch gar nicht merklich erwärmt wird. Nimmt man ihn nun dünner, so wird durch dieselbe Electricität einige Wärme hervorgebracht werden; und man findet leicht eine Düntheit, bei welcher der Drath durch die Electricität einen Augenblick glüht, und nachher seiner Elasticität beraubt ist, als ob er zwischen Kohlen geglühet wäre. Nimmt man einen noch dünneren Drath, so schmilzt er in kleine Kügelchen. Ein noch dünnerer endlich wird in Dampf verwandelt. Durch eine electricische Batterie lässt sich dieses am bequemsten zeigen, obgleich auch die Funken sehr groszer Maschinen Dräthe schmelzen können. Nicht an einem jeden Metall lassen sich alle diese Gradationen mit gleicher Leichtigkeit nachweisen, an Eisendräthen gelingt es sehr leicht. Bei einigen Metallen aber scheint der Verdampfungspunkt dem Schmelz-



punkt so nahe zu liegen, dasz man diesen nur schwer zu treffen vermag, sondern fast immer in jenen übergeht.

Mit gleichem Metalldrath kann man auch vermittelst verschiedener Electricitätsmengen dieselbe Stufenreihe durchlaufen. Wenn man mit einer Batterie von bestimmter Grösze einen gegebenen Drath schmelzen kann, so wird man diesen durch eine gröszere in Dampf verwandeln.

Durch verschiedene Grade der Ladung einer gegebenen Batterie kann man auch die hervorgebrachte Wärme modificiren; es ist aber dabei zu bemerken, dasz die vermehrte Stärke, wenn die Wirkung nachher auf einen gewissen Raum beschränkt wird, eine vermehrte Menge giebt.

Aus diesem allen scheint zu folgen, dasz um so viel mehr Wärme hervorgebracht wird, je schwieriger die Electricität durch einen Körper geleitet wird, wofern er sich nur von ihr durchdringen lässt.

Dieses wird noch weiter dadurch bestätigt, dasz ein besserer Leiter bei weitem nicht so leicht durch Electricität schmilzt, als man nach den Versuchen mit den schlechteren erwarten sollte. Kupfer z. B., welches ein besserer Leiter ist, schmilzt weit schwerer als Eisen. Blei und Zinn schmelzen auch sehr viel schwerer, als man nach ihrem Schmelzgrade in dem Ofenfeuer erwarten sollte. Man musz aber in den Betrachtungen über diese Versuchen, wie *Ritter* zuerst bemerkt hat, auch nicht ausser Acht lassen, dasz wir hier mit bestimmten Quantitäten von Kräften zu thun haben, und also die Schmelzbarkeit nicht allein nach dem Schmelzgrade, sondern nach dem Producte aus demselben und der Wärmecapacität zu beurtheilen ist. Durch diese Bemerkungen nun wird *van Marums* Behauptung, dasz die Schmelzungen durch Electricität und durch Wärme ganz verschiedener Art wären, weil die Ordnung der Schmelzbarkeiten in beiden nicht gleich ist, widerlegt. Ebenfalls ist es einleuchtend, dasz die Meinung, die Wärme in den electrischen Erscheinungen werde aus den beiden sich vereinigenden electrischen Materien entwickelt, sich nicht mit diesen Erfahrungen vereinigen lässt; denn sonst müszte man auch in den Leitern von gröszerm Umfange bei dem Durchströmen der Electricität bedeutende Wärme wahrnehmen. Um nur etwas bestimmtes zu nehmen, wollen wir aus *van Marums* Versuchen ein Beispiel wählen. Eine Batterie von 45 Quadratfusz Belegung schmolz ihm 84 Zoll Eisendrath zu  $\frac{1}{240}$  Zoll Durchmesser, aber nur einen halben Zoll

zu  $\frac{1}{75}$  Zoll Durchmesser. Die geschmolzene Masse war also in dem dünnen Eisendrathe ungefähr 16mal so grosz als in dem dickeren. Dieser Versuch, der nur einer unter vielen ähnlichen ist, beweiset deutlich genug, dasz es nicht blosz auf die Verbindung einer gewissen Kraftmenge, sondern auf die Art ihrer Verbindung ankommt.

Andre Versuche von *van Marum* bestätigen noch weiter unsere Ansicht. Er versuchte erst die Electricität der groszen *Teilerschen* Maschine durch einen Kupfercylinder leiten zu lassen, worin er ein Thermometer gestellt hatte. Dieses stieg während der ganzen Leitung gar nicht. Darauf machte er denselben Versuch mit einem Cylinder aus Holz, und fand, dasz darin das Fahrenheitsche Thermometer nach drei Minuten lang fortgesetzter Leitung von  $61^{\circ}$  bis auf  $88^{\circ}$  gestiegen war. Nach 5 Minuten war es bis auf  $112^{\circ}$  gekommen.

Auch durch das Ausströmen der Electricität aus einer Spitze oder kleinen Kugel in die Luft, wurde durch die *Teilersche* Maschine bedeutende Wärme hervorgebracht. Das Fahrenheitsche Thermometer wurde hiedurch von  $63^{\circ}$  bis auf  $102^{\circ}$  gebracht. In einer bis auf  $\frac{1}{60}$  verdünnten Luft, welche nach der gewöhnlichen Meinung zwar in dem einzelnen Punkt ein besserer Leiter als die atmosphärische ist, die aber auf jeden Fall wegen ihrer geringen Masse keine grosze Menge leiten kann, stieg das Thermometer sogar bis auf  $151\frac{1}{2}^{\circ}$ . Vielleicht that es hier auch viel, dasz die Luft eingeschlossen war. *Charles* hat in seinen Versuchen über electricische Ausströmungen das Reaumursche Thermometer nur um einen Grad ( $2\frac{1}{4}^{\circ}$  Fahr.) zum Steigen gebracht, und sogar diese geringe Erhöhung will er von einer Oxydation des Eisens in der Schwärze, womit er seine Thermometerkugel überzogen hatte, ableiten. Es ist aber zu bemerken, dasz der sonst so vortreffliche *Charlessche* Apparat hier nicht viel entscheidet. Dieser ist nemlich aus zwei ziemlich kräftigen Maschinen zusammengesetzt, welche man auf einmal bewegen lässt, wenn man eine Batterie laden will, womit aber bei weitem keine solche auszerordentliche Ausströmungen erhalten werden können, wie durch die grosze *Teilersche*, welche in ihrer Art bisher einzig war.

Ohne einen so groszen Apparat kann man sich durch das *Kinersleysche* sogenannte electricische Luftthermometer von der Wärmeentwicklung durch Electricität überzeugen. Schon der Erfinder bemerkte, dasz keine Wärme entwickelt werde, wenn er eine der



electrischen Kräfte auf das isolirte Instrument wirken liesz, auch nicht wenn er beide darin befindliche Leiter mit einander in Berührung brachte. Wenn aber die Electricität von dem einen Leiter zu dem andern durch die Luft überschlagen muszte, so dehnte sich diese merklich aus. Man musz natürlicherweise hier die durch den Funken bewirkte augenblickliche Ausdehnung von der dauern-deren, welche die Wärme hervorbringt, unterscheiden. Die Verwechselung beider hat achtungswerthe Physiker zu behaupten verführt, dasz jede durch den electrischen Funken in der Luft hervorgebrachte Ausdehnung nur augenblicklich sey. *Kinnersley* fand auch, dasz die Luft in seinem Instrument sich ausdehnte, als die Electricität von dem einen guten Leiter zu dem andern durch einen leinenen Faden, durch einen sehr dünnen Metalldrath, oder einen andern solchen höchst unvollständigen Leiter gehen muszte.

Durch die Berührungselectricität musz, unserm Gesetze zufolge, in den bessern Leitern eine weit bedeutendere Wärme hervorgebracht werden, als durch die Reibungselectricität, weil sie mit ihrer groszen Menge und geringen Stärke bei weitem nicht so leicht geleitet wird. Bei den ganz schlechten Leitern, oder denen, welche man gewöhnlich Halbleiter nennt, können wir von dieser Art Electricität, so lange man nicht weit gröszere Grade davon hervorzu-bringen lernt, keine Wärmeerzeugung erwarten.

Setzt man Wasser mit einer nur mäsigen electrischen Säule, z. B. von hundert Plattenpaaren, in Verbindung, so bemerkt man schon durch ein Thermometer eine Erhöhung der Temperatur, und gestattet man der sich entwickelnden Luft nicht, sich ganz frei zu zerstreuen, so steigt schon die Wärme auf mehrere Hunderttheile des Maaszes. Als einmal eine Zink-Kupfer-Säule, deren flüssiger Leiter Salzauflösung war, zu diesem Versuche angewandt wurde, zeigte sich dabei eine Erhöhung von mehr als 0,10 Maasz. Das Wasser befand sich in einer offenen, in weissem Wachse eingegrabenen Rinne, ungefähr 3 Zoll lang und 3 Linien breit, nur etwas erweitert, wo die Thermometerkugeln eingesenkt wurden. Die Zuleitungsdräthe waren aus Platin. Die Temperatur der Luft war 0,10. Sobald die Kette geschlossen wurde, fingen die Thermometer an zu steigen, und nach einigen Minuten stand das auf der Oxygen-seite sich befindende auf 0,205, das auf der Hydrogenseite auf 0,18, ein in der Mitte befindliches Thermometer aber auf 0,23. In besser

leitenden Flüssigkeiten war die Wärmeverminderung<sup>1</sup> geringer, und unter andern stieg das Thermometer in Salmiakauflösung nicht über 0,03. In Wasser, welches durch einen Zusatz von Weingeist etwas an Leitungsfähigkeit verloren hatte, stieg es auf der Oxygen-  
seite zu 0,1875, auf der Hydrogenseite auf 0,1625, und in der Mitte auf 0,205. Es wurde bei mehreren so angestellten Versuchen versäumt, die Kochsalzauflösung anzuwenden, welche noch einige Aufklärung hätte geben können. Noch mehr im Groszen angestellte Versuche dieser Art hatten wir schon früher von *Buntzen*. Seine Kette bestand aus 1500 Plattenpaaren, und der flüssige Leiter war Salmiakauflösung. Diese kräftige Säule erhob die Temperatur des Wassers von 14° R. (0,175) zu 23° R. (0,2875), also um 0,1125, welches weniger ist, als durch die Säule von 440 Paaren bewirkt wurde. In Salmiakauflösung brachte er dagegen eine Erhöhung bis auf 38° R. (0,475) hervor, und als er der Luft nur durch eine enge Röhre den Ausgang verstattete, betrug die Wärmevermehrung mehr als 1/2 Maasz. Die Verschiedenheiten beider Reihen von Versuchen rühren vielleicht zum Theil von dem besseren flüssigen Leiter in der Säule, zum Theil aber auch daher, dasz *Buntzen* die dem Versuche unterworfenen Flüssigkeiten immer in eine Röhre eingesperrt hatte, wodurch die Wärme von den entweichenden Luftarten doch immer mehr zurückgehalten wird, und die Wärme nach und nach sich über das Ganze ins Gleichgewicht setzt, wie er auch in seinen Versuchen bemerkte.

Diese Wärmeerzeugung bei der Leitung durch Flüssigkeiten ist der Meinung von einer mechanischen Entwicklung der Wärme durch Erschütterungen, gar nicht günstig; denn hier ist die Erschütterung gewisz nicht grosz, und ohne dies geben die Flüssigkeiten durch mechanische Erschütterungen keine Wärme. Dasz hier zugleich Luft entwickelt, und Wärme hervorgebracht wird, ist auch der gewöhnlichen chemischen Wärmestofflehre wenig entsprechend. Dasz man sich übrigens aus solchen Schwierigkeiten herauskünsteln kann, wenn man sich in neue Inconsequenzen zu verwickeln nicht scheut, braucht kaum bemerkt zu werden.

Wir fanden in diesen Versuchen die Wärme in der Mitte am gröszten, dann die auf der Oxygen- und zuletzt die auf der Hydrogenseite. Der Grund hievon scheint darin zu liegen, dasz in der Mitte keine Luftentwicklung Statt findet, auf der Oxygen-  
seite zwar

<sup>1</sup> [o: Wärmevermehrung.]



einige, doch bei weitem nicht in so groszem Volumen wie auf der Hydrogenseite. Dieses verdiente aber, der Wichtigkeit der Sache wegen, noch genauer untersucht zu werden. Auch Metalldräthe werden durch die Berührungselectricität zu hohen Wärmegraden gebracht. Man musz aber dazu sehr breitplattige Apparate haben, wodurch eine im Verhältnisz zu der Stärke sehr grosze Menge erhalten wird. Auch bei den gewöhnlichen kleinplattigen Batterien kann man Goldblättchen schmelzen; durch groszplattige aber hat *Davy* nicht allein einen dünnen Metalldrath so heisz gemacht, dasz Wasser, welches damit in Berührung kam, in Kochen gerieth, sondern durch seinen groszen Trogapparat hat er auch einen 18 Zoll langen, aber dünnen Platindrath zum Glühen gebracht. Leiter von gröszerm Umfange werden auch hier nicht heisz.

Wir können also nach allen diesen Erfahrungen dreist wiederholen, was wir schon früher festsetzten: dasz ein Körper warm wird, wenn er gezwungen wird eine gröszere Electricitätsmenge zu leiten, als er frei geleitet haben würde. Was aber dieses nun bedeutet, wird sich durch einen Blick auf die Natur der Leitung aufklären. Wir haben gesehen, dasz die Leitung in einer alle Punkte des Körpers durchlaufenden Stöhrung und Wiederherstellung des Gleichgewichts besteht. So lange die Leitung vollkommen ist, wird die Wiederherstellung immer durch die gegenseitige Anziehung der aus dem Gleichgewicht gebrachten Kräfte bewirkt werden. Sobald aber, durch erzwungene Leitung, eine gröszere Kraftmenge den Körper durchdringt, als dieser selbstständig abzuleiten vermag, so wird auch das innerlich gestöhrte Gleichgewicht durch die eignen Kräfte der Körper nicht wiederhergestellt werden; denn wegen der schlechten Leitung würde es schon sehr langsam geschehen, wegen der gleichen Anziehung aber, welche jeder Punkt von allen Seiten erleidet, und wodurch alle Krafrichtung gehindert wird, verzögert sich die Ausgleichung ins Unendliche. Dieser Zustand nun, wo das Gleichgewicht in jedem Punkte des Körpers gestöhrt ist, aber so dasz es zu keiner sinnlich erkennbaren Trennung der Kräfte gekommen ist, giebt uns die Erscheinung der Wärme. Diese Stöhrung des Gleichgewichts ist natürlicherweise mit einem Streben nach Wiederherstellung verbunden, das zwar nicht befriediget wird, aber doch eine grosze innere lebendige Thätigkeit unterhält. Dieses veranlaszt uns auch, die Wärme

als einen innern Wechselkampf der entgegengesetzten Kräfte anzusehen.

Betrachten wir nun mit dieser Ansicht die wichtigsten allgemein bekannten Wärmeerscheinungen.

Eine der grössten hieher gehörigen Thatsachen ist die Hervorbringung der Wärme durch Stosz und Reibung. Wir wissen schon aus den electrischen Versuchen, dasz die Kräfte durch mechanische Einwirkung in ihrem Gleichgewicht gestöhrt werden können, und dieses konnte uns um so viel weniger befremden, da wir die beiden Kräfte auch als raumerfüllend anerkannt hatten. Durch Ableitung trennten wir sie, in so weit jede der Kräfte von der Oberfläche des einen Körpers mehr angezogen wurde, als von der des andern. In so weit eine solche Trennung nicht erfolgt, und sie erfolgt doch immer nur partiell, wird eine innere Stöhrung der Kräfte hervorgebracht, deren Erscheinung die Wärme ist. Immer wenn wir zwei feste Körper an einander reiben, geben sie Wärme, und verlieren sie wiederum durch Erkältung. Dieses lässt sich nicht mit der gewöhnlichen Lehre von einem Wärmestoff vereinigen; denn die Reibung sollte da jedesmal Wärmestoff frei machen, und die Erkältung ihn wegnehmen: zwei Körper müssten demnach so lange immer Wärmestoff abgeben, bis sie an einander ganz abgenutzt wären. Der Staub aber, worin die Körper so verwandelt wurden, musz noch immer Wärmestoff enthalten, und kein Versuch hat noch auch nur einen Grund gegeben zu vermuthen, dasz diese Staubtheilchen nicht wieder dieselbe Fähigkeit hätten, Wärme zu geben. Man müsste also in einem jeden Körper eine unendliche Menge von Wärmestoff annehmen. *Rumford*, der mit seinem herrlichen Talent, Versuche anzustellen, den wahren forschenden Scharfsinn vereiniget, hat diese Erfahrung in ein Experiment verwandelt, wogegen der Unbefangene nicht leicht etwas einzuwenden haben wird. Er untersuchte nemlich die Wärme, welche durch die Bohrung eines Metallcylinders hervorgebracht wird, und bestimmte genau alle die Gröszen, welche auf die Resultate des Versuchs Einfluss haben können. Als man 837 Gran Metall ausgebohrt hatte, war dadurch eine Hitze hervorgebracht, welche  $6\frac{1}{2}$  Pfd. Eis hätte schmelzen können, oder die Bohrspäne waren auf  $66360^{\circ}$  F. oder  $368\frac{1}{2}$  Wärmemaasz gekommen. Dennoch fand er nicht, dasz diese Metalltheilchen weniger Wärmecapacität hatten, als andre kleine Stücke von demselben Metalle, welches sie doch nach der Wärme-



stofftheorie hätten haben müssen. Man hat daher auch allen Grund anzunehmen, dasz die Theilchen eines unter Wärmeentwicklung zum Staub vernutzten Körpers noch ganz die wärmehervorbringende Kraft des Körpers haben, woraus sie entstanden. In dem *Rumfordschen* Versuche musz man nun zwar annehmen, dasz ein Theil der Wärme von dem Bohreisen und von dem nicht zerbohrten Theile des Cylinders herkomme. Man musz aber ja nicht vergessen, dasz die Wärme von den vorzüglich gedrückten Theilen anfangt, und dasz es ganz widersinnig seyn würde, ein Hinströmen des Wärmestoffs zu den gedrückten Stellen anzunehmen. Selbst aber wenn man nur annehmen wollte, was doch nicht zu billigen wäre, dasz nur der zehnte Theil der hervorgebrachten Wärme von den Bohrspänen herkäme, so würde diese doch sechsmal mehr machen, als nothwendig wäre, um dieselben Bohrspäne zum vollkommen deutlichen Glühen zu bringen, und dies ohne dasz man noch eine Veränderung der Wärmecapacität darin bemerken konnte.

Man hat zwar in den neuesten Zeiten diesem einen Versuch entgegenstellen wollen, dasz nemlich eine Münze, die schon die gröszte unter dem Stempel erreichbare Zusammendrückung erreicht hatte, und also durch weiteres Schlagen nicht zusammengedrückt wurde, auch keine Wärmeerzeugung gab. Dieser Versuch beweiset aber nur, dasz da, wo eine Stöhrung der räumlichen Verhältnisse nicht mehr möglich ist, auch keine Wärme durch Stosz hervorgebracht wird; diese Grenze trifft aber da nur ein, wo die äuszere Kraft nichts als Zusammendrückung bewirkt: durch Reiben, Feilen, Bohren u. dergl. haben die Erschütterungen keine solche Grenze. *Rumford* fand auch in seinem Versuche, dasz die fortgesetzte Bohrung eben so viel Wärme wie die erste hervorbrachte, welches nicht Statt gefunden haben würde, wenn die Zusammendrückung des Bohrers, wie auch der benachbarten Theile des Metalls, einen bedeutenden Einfluss gehabt hätte.

Wenn man also einen Wärmestoff als Ursache der Wärme voraussetzen will, kommt man eigentlich in den Fall, eine unendliche Menge davon in einem jeden Körper anzunehmen. Gesetzt aber auch, dasz man etwas entdecken sollte, wodurch die Bündigkeit dieses Schlusses noch Zweifeln unterworfen werden könnte, so müszte man doch auf jeden Fall gestehen, dasz ein jeder Körper eine ganz auszerordentliche Menge gebundener Wärme enthalte,

welches man dann auch thut, wenn man sagt, dasz der Nullpunkt der Wärme sehr tief unter dem Gefrierpunkt liegt. Man scheint aber nicht hinlänglich zu bedenken, was diese Annahme eigentlich mit sich führe. Es entsteht nemlich dann die Frage: durch welche Kräfte wird ein so ungeheuer ausdehnbarer Stoff in den Körpern zurückgehalten? Durch den Druck des Wärmestoffs in allen übrigen Raumtheilen könnte derselbe sich in einem gegebenen Raume nicht erhalten; denn wenn man überhaupt die Verbreitung des Wärmestoffs nicht nach chemischen Anziehungen, sondern nach Gesetzen des mechanischen Gleichgewichts erklären will, so müsste der luftleere Raum diesem Stoffe den leichtesten Durchgang darbieten, und auch die gröszte relative Wärme zeigen. Will man nun aber den Wärmestoff durch eine Anziehung in den Körpern zurückhalten, so darf dieses auf der einen Seite nicht die allgemeine Anziehung aller Körper gegen einander seyn; denn in diesem Falle müsste sich die specifische Wärme nach den attractiven Kräften, d. h. nach den Massen, richten, was nicht ist; auf der andern Seite aber den Wärmestoff durch die chemischen Anziehungen zurückhalten zu lassen, streitet auch gegen die Analogie; denn dies hiesze annehmen, dasz alle Körper eine so grosze Anziehung zu demselben hätten, dasz sie diesen höchst ausdehnbaren Stoff millionenmal verdichten könnten, da es doch sonst ohne Beispiel ist, dasz alle Körper zu irgend einem gegebenen eine sehr grosze chemische Anziehung hätten. Will man nun endlich für die Wärme, ganz ohne alle Analogie, eine eigne Anziehung in der Materie annehmen, so stützt man am Ende den erdichteten Wärmestoff durch eine neue Erdichtung. Wir müssen aber noch hiebei bemerken, dasz, wenn es auch jemanden gefallen möchte, auf diese Weise Hypothesen auf hypothetischem Grunde aufzubauen, so bleibt ihm immer die Schwierigkeit zurück, dasz er annehmen musz, dasz die ungeheure Kraft, welche nöthig ist, um eine solche Verdichtung, wie die der Wärme, hervorzubringen, durch eine mechanische Kraft, wie Druck und Stosz, überwunden werden kann, und dasz noch nie bewiesen worden, dasz ein Körper durch diese Freilassung von Wärmestoff an specifischer Wärme verliere, *Rumford* aber in einem Falle gefunden, dasz es nicht geschehen war.

Die Hervorbringung der Wärme durch Stosz und Reibung dient uns aber nicht blosz, unsere Ansicht zu bestätigen, sondern sie lehrt uns noch, welche unermeszliche Menge der entgegengesetzten



Kräfte in jedem Körper schlummert. Wir mögen einen Körper so weit theilen wie wir wollen, wir mögen ihm so viel Wärme rauben, wie wir immer können, die Fähigkeit, durch Vertheilung Electricität zu erhalten, zu leiten, und durch Reibung, Stosz und Druck Wärme zu geben, ist so unerschöpflich, wie die Körperlichkeit selbst. Nehmen wir aber diese Uerschöpflichkeit der Kräfte mit ihrer schon in dem Vorhergehenden, sowohl auf chemischem als auf electrischem Wege, bewiesenen Allgemeinheit zusammen, so fühlen wir noch stärker die Ueberzeugung, dasz diese Kräfte wirklich die Grundkräfte der körperlichen Natur ausmachen.

Wir sehen auch hier, dasz die Kräfte, welche die chemische Besonderheit der Körper bilden, und schon früher von uns als hervortretende Grundkräfte anerkannt wurden, nur eine sehr geringe Kraftmenge ausmachen können, im Vergleich mit den in dem tiefsten Innern des Körpers gebundenen. Auch können wir dieses unter andern daran erkennen, dasz selbst die Körper, worin eine der Grundkräfte am meisten hervortretend ist, noch durch Druck und Stosz sehr grosze Wärmemengen geben, und auch, wenn sie auszer der Luftform sind, sehr grosze Leitungsfähigkeit zeigen können. Die Ausdehnung der Körper im Allgemeinen darf also nicht einer der überwiegenden Kräfte zugeschrieben werden, sondern der Ausdehnungskraft der gebundenen Kräfte, welche nach Maaszgabe der Innigkeit ihrer Vereinigung mehr oder weniger beschränkt worden. Ist aber ein Körper um so viel contrahirter, je inniger die Kräfte in ihm vereinigt sind, oder um so viel ausgedehnter, je weniger innig diese Verbindung ist, so ist auch der wärmere Körper, mit seinem gestörten Gleichgewicht, ausgedehnter als der kältere, mit seinem weniger gestörten. Die Erwärmung musz also ausdehnen, die Erkältung zusammenziehen.

Da wir so die Grundansicht der Wärme festgestellt haben, wollen wir die hauptsächlichsten der übrigen Gesetze ihrer Entstehung und Verbreitung daraus abzuleiten suchen.

Alle Körper haben Wärme; denn durch seine Wechselwirkung mit der ganzen übrigen Natur wird jeder eine stets erneuerte Stöhrung erleiden. Gegen diese kämpft das Vereinigungsbestreben der eignen Kräfte eines jeden Körpers an, und bringt dadurch eine Spannung hervor, welche den Wärmezustand desselben bestimmt.

Könnte ein Körper die in ihm streitenden Kräfte zum vollkommenen Gleichgewicht bringen, so würde er auch aufhören, sich gegen die anderen thätig zu beweisen, und also auch einen Raum gegen andre Körper zu behaupten und auf unsre Sinne zu wirken.

Die Wärme kann aus einem Körper in den andern übergehen. Dieses geschieht nicht durch einen wirklichen Uebergang der Kräfte selbst, sondern durch eine Ausgleichung. In einem überall gleich warmen Körper kommen die entzweiten Kräfte zu keiner Ausgleichung, nicht blosz wegen der unvollkommenen Leitung, sondern auch wegen des gleichen Anziehens von allen Seiten, bei welcher keine Vereinigungsrichtung herrschend werden kann. Wo aber ein kälterer Körper damit in Berührung kommt, von da aus wird eine Ausgleichung, obgleich eine nur langsame, erfolgen, bei welcher aber das innere Gleichgewicht des kälteren Körpers, indem er eine Ausgleichung in dem wärmeren befördert, selbst gestört wird, und dies so lange, bis er keine Ausgleichung in dem andern mehr hervorbringen kann, das ist, bis sie gleiche Temperatur haben. Man könnte sich dies fast vorstellen, als wenn jede der Kräfte ein Continuum wäre, und sich mit den Kräften in kälteren Körpern nach dem Gesetze der electricischen Ausgleichung ins Gleichgewicht setzte. Es ist hiebei sehr merkwürdig, dasz glatte Oberflächen nicht so viel Wärme ausströmen oder aufnehmen, als rauhe; denn dieses könnte sich auf das electricische Gesetz zurückführen lassen, dasz eine jede Hervorragung eine stärkere electricische Wirkung, als die Punkte einer glatten Fläche gewährt. In so weit wie die Wärmeverbreitung im Verhältnisz zu der Masse des Körpers, den sie durchlaufen soll, hinreichend lebhaft ist, so kann die Trennung der Kräfte so stark werden, dasz sie durch ihre Anziehung den Raum gleich durchbrechen und sich vereinigen, eben so wie sehr starke Gegensätze in den gewöhnlichen electricischen Versuchen. In diesem Fall wird die Wärme ohne Spur in dem Körper zu hinterlassen sich verbreiten, bis sie einen mehr widerstehenden antrifft. In so weit die Wärme sich so verbreitet (ganz rein existirt diese Verbreitungsart nie für sich) wird sie strahlend genannt, und steht auf dem Uebergange zum Lichte. Je schlechter der Leiter, und je geringer die Masse desselben, je mehr begünstigt er das Strahlen. Nur die Luftarten begünstigen es so, dasz wir ihre Erscheinungen deutlich beobachten können. Sowohl durch Strahlung, als vermittelt Ausgleichung durch Berührung,



sucht die Wärme immer das Gleichgewicht. Die Untersuchung über den Mechanismus der Wärmeverbreitung verdiente noch viel weiter verfolgt zu werden, aber was wir hier gefunden haben, möchte doch die Momente zu den nähern Bestimmungen enthalten, und um so viel mehr Aufmerksamkeit gewinnen, da man allgemein einig ist, dasz die Wärmestofftheorie hierüber durchaus nicht befriediget.

Die Wärme vermindert die Cohäsion der Körper, macht die festen Körper weich bis zur Flüssigkeit, die flüssigen leichtflüssiger und zuletzt dampfförmig. Die Cohäsion wird gar zu oft mit der Härte verwechselt. Jene widersteht der Zerrei- zung, diese der Verschiebung der Theile. Wo eine vollkom- mene innere Gleichförmigkeit aller Thätigkeitsrichtungen ist, kann kein Hindernisz der Verschiebung vorhanden seyn, denn der Ort ist gleichgültig, der eine von dem andern nicht unterschieden. Der eigentliche Widerstand gegen die Zerrei- zung kann aber dennoch ziemlich bedeutend seyn. Zwar macht der Widerstand gegen die Verschiebung der Theile, dasz ein Körper schwerer zerrei- zt als wo er nicht ist, aber diese Wirkung darf nicht als eine primitive, sondern nur als eine secundäre Wirkung der Cohäsionskraft an- gesehen werden. Die Härte, als eine Folge der besondern Thätig- keitsrichtungen in den Körpern, musz durch die Stöhrung des be- stehenden innern Gleichgewichtes immer schwächer werden; denn erstlich müssen bei dem Zuwachs der allgemeinen innern Thätig- keit der Kräfte die Thätigkeiten in besondern Richtungen, wenn sie auch unverändert blieben, eine für das Ganze immer geringere Bedeutung erhalten; aber demnächst werden sie auch wirklich durch jenen inneren Wechselkampf gestöhr- t, und in den meisten Körpern giebt es endlich einen Punkt, wo der Rest ihres gesammten Bestands plötzlich aufgehoben, und der Körper flüssig wird. In einigen geschieht der Uebergang mehr allmählich. Wäre die Härte nur ein Grad der Cohäsion, so müszte diese im Flüssigen null, oder doch, weil kein Flüssiges genau der Idee der Flüssigkeit ent- spricht, beinahe null seyn, welchem aber die bekannten Cohäsions- versuche widersprechen. Das Verschwinden der bestimmten Form in dem Augenblick des Uebergangs von der Festigkeit zur Flüssig- keit, zeigt hinreichend, dasz die Härte, wie überhaupt die Starr- heit, von jener Bestimmtheit, und nicht unmittelbar von der Co- häsion herrührt. Was die gewöhnlichen Cohäsionsversuche mit

festen Körpern zeigen, könnte man füglich die Stärke derselben nennen. Sie wird nicht bloß, wie wir schon bemerkt haben, durch die ursprüngliche Cohäsion und durch die Härte bestimmt, sondern auch durch die Dehnbarkeit; denn wenn der Körper sehr spröde ist, kann der kleinste Anfang einer Verschiebung den vollkommenen Risz veranlassen. Die Sprödigkeit wird auch häufig durch die Wärme vermindert, und eigentlich ist dieses immer die unmittelbare Folge der Wärme; aber die ungleiche Flüchtigkeit der Bestandtheile veranlaszt oft die ganz entgegengesetzte Erscheinung, weil das daraus folgende Streben nach Trennung alle Ungleichförmigkeiten noch erhöht. Mehrere Salze, von welchen wir sagen, dasz sie verwittern, geben uns das Beispiel von einem aus der wirklichen Trennung erfolgten Zerfallen. In der Flüssigkeit verschwindet die Sprödigkeit wie die Härte: sie könnte als ein Minimum beider betrachtet werden.

Die guten Leiter der Wärme sind auch die besten Leiter der Electricität; man kann aber nicht umgekehrt sagen, dasz alle gute Leiter der Electricität auch gute Wärmeleiter sind; denn Kohle, Reiszblei, und wahrscheinlich auch die vollkommenen Oxyde des Mangans und Bleies, welche gute Leiter sind, machen davon Ausnahmen. Es gehören diese aber auch, unter den sehr guten Electricitätsleitern, zu den geringsten. Es ist aber ganz natürlich, dasz die Kräfte in einem so gebundenen Zustande, wie in der Wärme, noch bessere Leiter als sonst erfordern würden.

Die Leitungsfähigkeit der Körper für die Electricität, die Wärme und die chemische Wirkung nimmt mit der Wärme zu; denn je mehr die Stöhrung des Gleichgewichts, womit die Kraftverbreitung in jedem Punkte des Körpers anfängt, schon eingeleitet ist, je leichter musz diese offenbar vor sich gehen. Dasz die Dämpfe in jedem Punkte keine so grosze Kraftmenge zu leiten vermögen, als ihr Stammfluidum, rührt unläugbar von der geringeren Masse her. Die ganze in Dampf verwandelte Masse hat aber gewisz ein grözeres Leitungsvermögen als das Fluidum, woraus sie entwickelt wurde. Die Luftarten sind alle schlechte Leiter, vielleicht wegen ihrer Verdünnthheit. So viel ist aber gewisz, dasz sie alle durch Erwärmung bessere Leiter werden. Die Kräfte in ihrer chemischen Form sind noch am stärksten gebunden. Ist eine sehr schwache, aber doch freie, Electricität schon durch eine höchst dünne Lage eines schlechten Leiters isolirt, so können wir wohl



die Kräfte in der chemischen Bindung als an sich in jedem Punkte isolirt denken. Die Aufregung also der Kräfte in der Wärme musz in vielen Fällen durchaus nöthig seyn, um die vollkommene Vereinigung berührender Stoffe zu bewerkstelligen. Eben so wie in den starren Körpern die Einseitigkeit der Richtungen der verallgemeinernden innern Kraftbewegung der Wärme weichen musz, so müssen es auch die einzelnen chemischen Wirkungsformen in berührenden Stoffen. An Verminderung der Cohäsion, worauf man sonst die Beförderung der chemischen Wirkung durch die Wärme zurückführen wollte, lässt sich nicht überall denken, z. B. wo zwei Luftarten, welche schon gemischt sind, zu einer tieferen Vereinigung ihrer Bestandtheile noch der Wärme bedürfen, wie gemischtes Oxygen- und Hydrogengas. Die Verbindung in den Zusammensetzungen musz ohne dies weniger fest seyn, je gröszer die Wärme darin ist: daher die Körper durch die Wärme auch unmittelbar zerlegbarer werden. Dasz die Wärme die chemischen Verbindungen und Trennungen so sehr begünstiget, auch wo nicht blosze Cohäsionsveränderung hinreichen würde, folgt also durchaus aus unserer Ansicht.

Umgekehrt wird bei jeder lebhaften chemischen Wirkung Wärme hervorgebracht. Diese Thatsache hat man schon früher aus der dabei stattfindenden Zusammenziehung ableiten wollen. *Berthollet*, der die Schwierigkeit dieser Erklärung wohl einsah, stellte den Ausdruck der allgemeinen Thatsache geradezu als Gesetz auf. Wir wollen die Umstände hievon noch genauer betrachten. Wir sehen schon beim ersten Anblick ein, dasz die stärksten chemischen Wirkungen nur von starken entgegengesetzten Kräften herrühren können. Diese müssen aber in ihrer Vereinigung Wärme geben, weil sie in ihrem chemisch gebundenen Zustande gar zu schwer geleitet werden, um eine vollkommene Vereinigung einzugehen. Hiezu kommt noch, dasz bei einer solchen innern Kraftbewegung die sonst ruhenden Kräfte eine Störung leiden. Der Erfolg einer Verbindung durch entgegengesetzte Kräfte ist im allgemeinen Zusammenziehung. Diese beiden, Wärme und Zusammenziehung, sind also Wirkungen von einer Ursache, von der wechselseitigen Thätigkeit der Kräfte; doch so, dasz die Zusammenziehung sich erst vollständig zeigt, wenn die hervorgebrachte Wärme sich mit der Umgebung in Gleichgewicht gesetzt hat. Die Verbrennung giebt uns die Vereinigung

der am stärksten entgegengesetzten Kräfte und zugleich die grösste Wärmeentwicklung. Geschieht die Vereinigung des Oxygens und des Brennbaren auf dem nassen Wege, so wird dabei gewöhnlich eine Luft entwickelt, z. B. Salpeterluft aus der Salpetersäure, Hydrogenluft aus der gewässerten Schwefel- und Salzsäure. Dieser Luftentbindungen ungeachtet erhält man Wärme. Nach der Wärmestofflehre müszte man also annehmen, dasz das aufgelöste Metall und das Oxygen, welches doch schon verdichtet in der Säure enthalten war, durch ihre Verdichtung Wärmestoff genug entlieszen, um die ganze Mischung und die entweichende Luft zu erwärmen, und noch dazu, um eine Menge von Dampf zu bilden, welcher mit der Luft fortgeht. Man musz aber bedenken, dasz es in vielen Fällen sich klar an den Tag legen läszt, dasz der Gesamterfolg einer solchen Auflösung Ausdehnung und geringerer Zusammenhang sey. Wenn z. B. Eisen in Salzsäure aufgelöst wird, so entwickelt sich Hydrogengas, und zur selben Zeit löst sich das Eisen zu einem leichtzerfließenden Salze auf, wo also die grosze Cohärenz des Eisens sich in der Flüssigkeit verloren hat, und wo es im festen Zustande noch flüchtig ist. Wollte man aber hier zu specielleren Verdichtungen, als der des Eisens und Oxygens, des Eisenoxyds und der Salzsäure unter einander, seine Zuflucht nehmen, und behaupten, dasz diese Verdichtungen mehr Wärme entwickelten, als jene Ausdehnungen einsaugen, so würde man behaupten müssen, dasz die Wärmecapacität der Metallauflösung, mit der des entwickelten Hydrogengases zusammengenommen, geringer sey, als die Capacität des aufgelösten Metalls, mit der der auflösenden Säure zusammen, eine Annahme, welche gegen alle Wahrscheinlichkeit streitet, obgleich ein strenger Beweis nicht leicht zu führen seyn würde, weil die Capacitäten der Luftarten so sehr schwer zu bestimmen sind.

Wenn die Säuren und Alkalien sich mit einander verbinden, musz sich nach unsern Grundsätzen Wärme entwickeln; und dieses geschieht auch überall. Die stärkern Alkalien und Säuren geben sehr hohe Grade; die schwächern natürlich geringere. Aber selbst Auflösungen, welche kaum den zwanzigsten Theil von dem Gewichte des Wassers an Säure und Alkali enthalten, geben, vermischt, noch Wärme genug, um das Thermometer merklich steigen zu machen. Besonders auffallend aber ist auch hier mit der Lehre vom Wärmestoff der Umstand im Wider-



spruch, dasz sich noch Wärme entwickelt, wenn bei der Verbindung eines Alkali und einer Säure Kohlensäure als Luft entweicht. Wenn sich z. B. Schwefelsäure mit dem Kalk in der Kreide verbindet, so entwickelt sich Kohlensäureluft, und es bildet sich Gyps. Der Gyps und die Luft zusammen müssten also weniger Capacität haben, als der kohlensaure Kalk und die verdünnte Schwefelsäure mit einander. Nun wissen wir aber, dasz bei der Verbindung der Kohlensäure mit dem Kalk Wärme entwickelt wird; der kohlensaure Kalk musz also eine noch geringere Capacität haben, als Kohlensäure und Kalk zusammen. Man ist also fast genöthiget, die ganze bedeutende Wärmeentwicklung, zugleich mit dem zur Luftbildung nöthigen Wärmestoff, aus der im Wasser schon ziemlich verdichteten Schwefelsäure abzuleiten. Noch auffallender aber wird dieses bei der Luftentwicklung aus dem kohlensauren Kalk durch Salpetersäure; denn *Lavoisier* und *de la Place* haben bewiesen, dasz die Wärmecapacität des salpetersauren Kalkes gröszer ist, als die des Kalkes und der Säure zusammen. Hier ist der Wärmestofflehre auch die letzte Ausflucht abgeschnitten.

Wir haben schon im Vorhergehenden die Bemerkung gemacht, dasz die Alkalien sich mit dem Wasser wie mit einer Säure, die Säure sich mit demselben wie mit einem Alkali verbinden. Auch enthält die Wassermenge, welche eine Säure mit sehr groszer Kraft zurückhält, eben so viel Oxygen, wie das zu der Neutralisation der Säure erforderliche Alkali. Doch auch über diesen Sättigungsgrad hinaus ziehen die Säuren das Wasser noch sehr heftig an, verlieren aber auf einem höhern Sättigungspunkt alle kräftige Anziehung zu dem Wasser, welche im Stande wäre bedeutende Hindernisse zu überwinden. Mit den sehr auflösbaren Alkalien ist derselbe Fall da. Noch nachdem sie so viel Wasser erhalten haben als in ihre Krystallisation eingehen musz, ziehen sie mehr Wasser aus der Luft an. Wir können für die festen und tropfbarflüssigen Körper annehmen, dasz sie so ziemlich das Ziel ihrer kräftigeren Anziehung erreicht haben, wenn sie keine Feuchtigkeit mehr aus der Luft zu verdichten fähig sind, und für die luftförmigen, wenn sie sich mit dem Wasser verdichtet haben. Mehrere Salze ziehen ebenfalls Feuchtigkeit aus der Luft an. Auch diese haben ihren ersten Wendepunkt der Verbindung in der Krystallisation: den zweiten da, wo sie nicht mehr Wasserdampf verdichten können. Woher aber diese grosze Anziehung mehrerer Salze zu dem Wasser, dar-

über lässt sich keine bestimmte Erklärung geben. Man könnte zwar die Vermuthung äuszern, dass sie von einer weniger innigen Verbindung der Säuren und Alkalien in solchen Salzen herrühre, es bleibt aber dieses doch immer nur Vermuthung. Wir werden uns also damit begnügen müssen, einzusehen, dass solche Verbindungen unserer Ansicht nicht zuwider sind. Bei allen diesen heftigen Verbindungen aber wird das bestehende Gleichgewicht der Kräfte gestört, und dabei Wärme hervorgebracht.

Durch Verbindungen, worin die Störung des Gleichgewichtes beträchtlicher ist als die Wirkung der zusammenziehenden Kräfte, wird ein Zustand hervorgebracht, der dem einer höhern Temperatur gleichkömmt. Wir haben hierin nur recht klare Beispiele in den Verbindungen des Wassers; aber diese sind auch zahlreich und merkwürdig genug zur Darstellung dieses Gesetzes. Wenn eine Säure, oder ein Alkali, oder ein wasserbegieriges Salz sich mit dem Wasser verbindet, so wird hiedurch, wie wir gesehen haben, das Gleichgewicht gestört. Die so hervorgebrachte Wärme wird sich bald mit dem umgebenden Raum in Gleichgewicht setzen; die Anziehung des Alkali gegen das gebundene Oxygen, und der Säure zu dem gebundenen Hydrogen bleibt noch immer wirksam, und schwächt die Innigkeit, womit die Grundstoffe des Wassers sonst verbunden waren; daher wird das Wasser durch die Verbindung mit jenen Stoffen in einen chemischen Zustand kommen, dem ähnlich, welchen sonst eine höhere Temperatur darin hervorbringen würde. Er wird demnach besser leiten, decomponibler seyn, und grözere Kälte zum Gefrieren nöthig haben, als sonst der Fall seyn würde. Es wird dieses alles so durchaus von der Erfahrung bestätigt, dass man kaum etwas einzelnes dafür anzuführen braucht. Die grözere Oxydation der Metalle in einem Gemische von Wasser, mit Säuren, Alkalien oder Salzen, als im reinen Wasser ist eine Erscheinung, welche man auf andern Wegen nicht ohne Zwang erklärt; und die in solchen Fällen vermehrte Leitungsfähigkeit und verminderte Gefrierbarkeit hat man kaum noch einmal zu erklären versucht. Von selbst aber ergiebt sich die Sache auch in Absicht der Leitung nicht; denn die wasserfreien Salze, Säuren und Alkalien sind alle, so weit sie untersucht sind, schlechte Leiter, ihre Auflösungen im Wasser aber sämmtlich bessere Leiter, als das Wasser selbst. Auf die weniger klaren Beispiele werden wir sogleich aufmerksam machen.—



Wo aber sehr mächtige anziehende Kräfte auf einander wirken, um eine Verbindung hervorzubringen, da ist der endliche Erfolg der Wirkung eine innigere Vereinigung der Kräfte, wodurch der hervorgebrachte Körper, wenn die anfängliche Wärme sich gehörig mit dem umgebenden Raum in Gleichgewicht gesetzt hat, sich verhält, wie wenn er in eine weit tiefere Temperatur versetzt wäre. Es sind darum die Metalloxyde so sehr viel schwerschmelzlicher, als sie nach der mittleren Schmelzbarkeit des Oxygens und des Metalls seyn sollten, ja sie sind auch gewöhnlich schwerschmelzlicher, als das Metall selbst. Schlechte Leiter sind sie auch. Von der Decomponibilität kann hier nicht die Rede seyn, da wir die der Metalle nicht kennen; auch dürfen wir nicht wohl in dieser so unbekannten Sphäre Schlüsse wagen, wo so leicht Umstände obwalten können, welche alle jetzt gewagte Schlüsse unnütz machen würden. In den Verbindungen der kräftigeren Alkalien und Säuren bestätigt sich dasselbe Gesetz. Wir sehen es schon daran, dasz zwei luftförmige Substanzen, wenn sie sich innig verbinden, einen festen Körper ausmachen. Aber auch sonst sind die Neutralsalze bekanntlich cohärenter, und haben einen höherliegenden Schmelzpunkt als der mittlere der Bestandtheile. Man musz aber bei den Salzen ja nicht die Wirkungen der verborgenen Alkalitäten und Oxyditäten, wovon wir schon gesprochen, auszer Acht lassen; denn diese können auch eine Stöhrung des innern Gleichgewichts in Salz und Säure hervorbringen, welche eine kleinere Cohäsion als die berechnete giebt; besonders musz dieses bei schwachen Säuren oder Alkalien Statt finden, so wie wir auch finden, dasz Kalk und Kiesel schmelzbarere Verbindungen geben, als sie selbst sind. Dasz die Bestandtheile in jenen kräftigen Verbindungen auch weniger zerlegbar sind, ist ebenfalls gewisz. Am deutlichsten kann dieses bei den leichtzerlegbarsten Säuren gezeigt werden, welche, verbunden mit den Alkalien, bei weitem nicht so leicht wie vorher durch die brennbaren Körper zerlegt werden. Dasz sie kraft der Neutralisation in höheren Graden der Hitze sich nicht verflüchtigen, ist noch eine Bestätigung unserer Behauptung: dasz sie sich in solchen Temperaturen oft leicht zerlegen lassen, nicht gegen uns. Ob nun umgekehrt die Bestandtheile in den leichtschmelzbareren Verbindungen auch decomponibler sind, ist auszer den Wasserverbindungen noch nicht klar; es wäre aber zu versuchen, ob nicht ein Glas aus

Kalk und Kiesel, Magnesia und Thon, oder dergleichen, durch Eisen leichter desoxydirt würde, als dessen einzelne Bestandtheile.

Wenn ein Körper ein besserer Leiter wird, so wird er zugleich kälter und erhält eine gröszere Wärmecapacität; wenn er aber ein schlechterer Leiter wird, findet das Umgekehrte Statt. Je besserer Leiter nemlich ein Körper wird, je weniger Widerstand findet die Vereinigung der Kräfte, um so viel mehr davon musz also in einem Raume seyn, um dieselbe Spannung, denselben Gegensatz, hervorzubringen. Wird also der Körper, ohne andere Veränderung, ein besserer Leiter, so wird er mit derselben Kraftmenge einen geringeren Wärmegrad zeigen, und daher von den benachbarten Körpern Wärme zur Ausgleichung empfangen. Aus demselben Grunde wird er auch künftig, für jeden Zuwachs den er an Wärmegrad erhalten soll, andern Körpern mehr von ihrer Wärme als vorher rauben, selbst aber mit weniger Verlust andern geben. Wenn nun umgekehrt ein Körper ein schlechterer Leiter wird, so wird der Gegensatz der kämpfenden Kräfte darin im Verhältnisz zu dem in dem benachbarten Körper gröszter, er wird also gegen diese als wärmer erscheinen, künftig aber auch als ein weniger kraftreicher Körper Wirkung äuszern und empfangen. Es liesze sich gegen diese Ansicht der Sache eine bedeutende Einwendung aus der geringen Capacität der Metalle ziehen, da diese doch gute Leiter der Kräfte sind. Wir wollen diese Schwierigkeit nicht verhehlen, auch nicht behaupten, dasz wir sie lösen können, wir wollen uns aber überzeugen, dasz es blosz eine unaufgelöste Schwierigkeit, nicht ein vollkommner Widerspruch ist, womit wir hier zu thun haben. Erstlich müssen wir bemerken, dasz wir nur von Körpern gleicher Art gesprochen haben, so nämlich, dasz wir die Veränderung der Wärmecapacität in Verhältnisz mit der Leitungsfähigkeit für die Kräfte in demselben Körper setzen. Es wäre ja möglich, dasz in ungleichartigen Körpern noch ein anderer Umstand hinzuträte, wodurch das Gesetz gehoben würde. Demnächst müssen wir auch bemerken, dasz die Wärmecapacitäten nicht nach gleichen Gewichten, sondern gleichem kubischen Inhalt der Körper beurtheilt werden müssen, in welchem Fall die Capacitäten der Metalle schon nicht so gar klein ausfallen. Ferner ist es auch bekannt, dasz die Versuche über diesen Gegenstand noch bei weitem nicht zuverlässig sind. So ist die Wärmecapacität des Quecksilbers, dem Volumen nach, *Blacks* Versuchen



zufolge 0,666 des Wassers, nach *Lavoisier* und *Kirvan*<sup>1</sup> aber über viermal die des Wassers, welches die grösste ist, die wir bisher an einem Körper gefunden haben. Sollten wir noch ähnliche Berichtigungen für die übrigen Metalle erhalten, so wäre die Erfahrung so ganz für unsere Ansicht, dasz wir uns für jetzt damit beruhigen könnten. Endlich aber müssen wir noch einen Umstand bemerken, auf den wir vielleicht das meiste Gewicht legen dürfen. Wir haben gesagt, dasz wenn ein Körper besserer Leiter der Grundkräfte der Wärme wird, so wird er auch zugleich an äusserer Wärmethätigkeit verlieren, aber wenn ein Körper ein besserer Leiter für die Wärme wird, so ist vielleicht das ganz Umgekehrte der Fall. Leitung der Wärme nemlich und Leitung ihrer Grundkräfte stehen nicht in einem ganz gleichen Verhältnisz. Ein Umstand der die Leitung der letzten nur ganz wenig hindert, kann die Leitung von jener auszerordentlich stark unterbrechen; und umgekehrt, ein Umstand der die Leitung von diesen bedeutend fördert, kann für jene von geringem Einflusz seyn. Wir sehen so dasz die Kohle, das Reiszblei, welche noch zu den guten Leitern der Grundkräfte gehören, für die Wärme sehr schlechte Leiter sind, und das Wasser, welches bei seinem Uebergange aus dem festen zu dem flüssigen Zustande so höchst bedeutend an Leitungsfähigkeit für die Kräfte gewinnt, scheint dabei wenig an Wärmeleitung gewonnen zu haben. Wollte man nun annehmen, was sehr natürlich scheint, in so weit ein Körper ein besserer Wärmeleiter wird, in so weit sollte er auch eine gröszere Wärmethätigkeit erhalten, so könnte man annehmen, dasz in den Metallen die Capacität für die Wärme zwar wegen der groszen Leitungsfähigkeit für die Kräfte sehr grosz, aber umgekehrt wegen der groszen Leitungsfähigkeit für die Wärme, wodurch der eine erwärmte Punkt den andern mehr in seiner Wirkung unterstützen, sich also gegen fremde Einwirkung thätiger bezeigen könnte, sehr klein seyn müsse; so dasz also der eine dieser Umstände dem andern ungefähr das Gleichgewicht halten möchte. Es bleiben aber auch hier noch immer Schwierigkeiten, welche nur durch eine eindringende Untersuchung der ganzen Lehre von der Wärmecapacität gründlich geschätzt werden können. Man sollte eigentlich die Wärmecapacität einer ganzen Reihe von Körpern nach mehreren verschiedenen Vergleichungsstoffen durch Versuche bestimmen. Wir besitzen nur eine Reihe von Capacitäten, durch

---

<sup>1</sup> [v: Kirwan.]

Wärmevertheilung mit Wasser bestimmt. Wir müßten nun eine gleiche durch Eisschmelzungen haben, wozu wir noch gar wenige Beiträge besitzen. Eine ähnliche Capacitätsreihe durch Wärmevertheilung mit Sand, eine andre mit Leinöhl oder einem ähnlichen Körper, und eine mit Metallfeile oder Körnern müßte man noch haben. Erst dann, wenn diese alle übereinstimmten, würde man gewisz wissen, dasz die Wärmecapacität, was wir nämlich so nennen, wirklich etwas Constantes, und dasz in deren Erscheinungen nicht noch eine eigenthümliche Wechselwirkung mit im Spiele sey.

Wir dürfen nach diesem allen uns wohl an den groszen Zusammenhang der Thatsachen halten, worin wir sehen, dasz die Körper durch vermehrte Kraftleitung an Wärme abnehmen, und an Wärmecapacität zunehmen, durch verminderte Kraftleitung aber an Wärme gewinnen und an Capacität verlieren. Hieraus erklären wir uns nun die meisten in der Chemie sonst vorgetragenen Gesetze der Bindung und Lösung der Wärme.

Wenn ein Körper aus dem festen in den flüssigen Zustand übergeht, so verliert er an äusserer Wärme (die Wärme wird gebunden) und gewinnt an Capacität für die Wärme. Da wir nun wissen, dasz ein Körper auch, indem er zur Flüssigkeit übergeht, ein weit besserer Leiter der Kräfte wird, so ist dieses Gesetz eine unmittelbare Folge des so eben aufgestellten allgemeineren.

Wenn die Schmelzung mittelst chemischer Kräfte geschieht, so sollte, wegen der Störung der inneren Ruhe, Wärme hervorgebracht werden, wegen der vermehrten Leitung aber Kälte. Wie bekannt müssen aber auch die Alkalien, Säuren oder Salze, welche mit Eis Kälte hervorbringen sollen, erst mit etwas Wasser verbunden seyn, womit sie bedeutend viel Wärme entwickelt haben. Wenn solche bis auf einen gewissen Grad mit Wasser gesättigt sind, so wird ein weiterer Zusatz keine neue Wärmeentwicklung verursachen, weil die Zunahme in der Leitungsfähigkeit des Wassers so viel Kälte hervorbringt, als die Störung der inneren Ruhe Wärme. In diesem Zustande nun sind sie erst als mit Schnee und Eis kälte hervorbringend anzusehen. Es erklärt sich so das Paradoxon, dasz dieselben Körper mit Wasser Wärme, und mit Eis Kälte geben. Wenn sich ein krystallisirtes Salz in einer verdünnten Säure auflöst, und Kälte hervorbringt, so ist dieses natürlicherweise aus der vermehrten Kraftleitung des aufgelösten Salzes und nicht aus der des flüssigen zu erklären. Vielleicht ist es immer



das Krystallisationswasser des Salzes, welches hier die Erkältung bewirkt; denn damit ist die Säure schon gesättigt. Die Einwirkung der Säure auf ein ganz trockenes Salz, würde wohl, in den meisten Fällen, kräftig genug seyn, um mehr Wärme hervorzubringen, als die vermehrte Leitung Kälte. Auch wird die Säure durch die Aufnahme von manchem Salze vielleicht mehr an Leitungsfähigkeit verlieren, als das Salz durch die Auflösung gewinnt.

Wenn ein Körper in die Dampfform übergeht, wird ebenfalls die Wärme vermindert und die Capacität dafür vermehrt. Auch dieses ist nur ein Fall unseres allgemeinen Gesetzes. Denn unläugbar wird dieselbe Masse als Dampf weit mehr leiten können, als in dem oft mehrere tausendmal kleineren Raume den sie vorher einnahm. Jeder einzelne Punkt mag in dem so viel dünnern Dampfe weit weniger leiten. Warum aber bei den Luftentbindungen fast immer Wärme entwickelt wird, ganz der gewöhnlichen Theorie zuwider, darüber haben wir schon früher hinlängliche Rechenschaft abgelegt.

Dasz wir die Wärmeentbindung und Capacitätsverminderung bei dem Uebergang der Körper von Dampf zum tropfbarflüssigen, und von diesem zum festen Zustande eben so leicht aus unserm allgemeinen Gesetze ableiten können, wird nun genugsam einleuchten. Dasz wir aber manche chemische Erscheinungen, welche hieher zu gehören scheinen, anders als die gewöhnliche Theorie erklären, hat schon das Vorhergehende gezeigt.

Die Kälte, welche durch Verdünnung der Luft, und die Wärme, welche durch Verdichtung derselben hervorgebracht wird, möchte man veranlaszt seyn, nach unserer Ansicht daraus zu erklären, dasz die Luft in dem verdünnten Zustande ein weit besserer Leiter ist, und in dem verdichteten ein weit schlechterer; bei genauerer Ueberlegung scheint dieses aber doch bedenklich. Es ist eigentlich eine grosse Frage, ob die verdünnte Luft wirklich ein besserer Leiter sey, als dichtere. Man möchte sich die Verbreitung der Electricität durch Ueberschlagen, durch Funken, eher als ein Durchbrechen, denn als ein Leiten vorstellen. Könnte die Electricität wirklich eben so schnell durch die Luft geleitet werden, als sie in Gestalt des Funkens überschlägt, oder in der des Ausströmens sich durch grosse Räume verbreitet, so gehörte sie wahrlich zu den besten Leitern. Es scheint ganz nothwendig, erstlich eine strahlende und eine fortgeleitete Wirkung der Electricität, so wie eine strahlende und fortgeleitete Wirkung der

Wärme, zu unterscheiden, und dann noch eine Durchbrechung vermittelst entgegengesetzter Anziehung, als wieder davon verschieden, obgleich der Strahlung verwandt, anzunehmen. Strahlende Electricitätswirkung wollten wir die nennen, welche durch Anziehung oder Abstoszung in einem unmercklichen Nu sich durch eine grosze Luftstrecke verbreitet, und daher an den Körpern nur eine Vertheilung, welche leicht wieder verlöscht, hervorbringt. Die Durchbrechung kann nur aus einer vorhergehenden Strahlung begriffen werden. Von der Leitung haben wir schon hinreichend in dem vorhergehenden gesprochen. Der Ausdruck strahlende Wirkung mag nicht der beste seyn, vielleicht würde der Ausdruck freie Verbreitung richtiger seyn als Strahlung; wir haben den letzten nur wegen der Vergleichung mit der Wärme vorläufig gewählt. Nach diesem allen würde die verdünnte Luft für die freie Verbreitung und den Durchbruch der Electricität zwar geschickter, als die dichtere, nicht aber ein eigentlich besserer Leiter seyn. Wenn dem so wäre, so müsste die Luft durch Verdünnung darum kälter werden, weil dieselbe Thätigkeit sich nun über einen weit grösseren Raum verbreitet, und solchergestalt viel schwächer wird; und umgekehrt durch die Verdichtung wärmer, bloss wegen der grösseren Concentration der Thätigkeiten.

Es würde sehr interessant seyn, wenn man einmal dahin kommen könnte, die Grösze des Einflusses der Kraftleitung auf die Wärmeveränderungen zu bestimmen; dieses müsste sowohl an sich, wie auch dadurch, dasz es uns in den Stand setzte, die Grösze der chemischen Anziehungen durch die Wärme zu messen, welche in den Vereinigungen entwickelt wird, uns eine Grundlage für mathematisch-chemische Untersuchungen von der grössten Wichtigkeit abgeben.

Ehe wir diese Untersuchungen ganz verlassen, müssen wir noch einen hiehergehörigen Gegenstand näherer Untersuchung bemerken. Es scheint in einigen Erfahrungen, dasz die Wärme mit einem gewissen Uebergewicht der Brennkraft, die Kälte aber mit einem gleichen der Zündkraft vergesellschaftet sey. So findet man z. B. die positivelectrischen Ausströmungen von einer Spitze wärmer, die negativen kälter. Es dürfte aber doch diese Erscheinung bloss auf einer ungleichen Verdampfung auf der Haut beruhen. *Schübler* fand, dasz nur Körper, welche verdünsten, durch electriche Ausströmungen erkältet werden. Wenn man mit einem



wohlbenetzten Finger eine ziemlich starke galvanische Säule schlieszt, so wird man, wenn dieses auf der positiven Seite geschieht, Kälte fühlen, auf der negativen Wärme. Ist die Säule sehr stark, so wird das umgekehrte Verhältnisz Statt finden; für einen jeden lässt sich aber eine Säule finden, wo er auf beiden Seiten Wärme fühlt. *Ritter*, der dieses zuerst bemerkt, fand zugleich, dasz der Geschmack, welchen man durch die entgegengesetzten Leiter hervorbringt, auf ähnliche Weise mit der Stärke wechsle, so dasz man es festsetzen könne, dasz das Wärmegefühl immer an der Seite Statt findet, die den alkalischen Geschmack auf der Zunge hervorbringt, die Kälte auf der, die den sauren Geschmack giebt. Hieraus könnte man beinahe auf den Gedanken gerathen, dasz diese Wärmeerscheinung nicht eine ursprüngliche, sondern nur eine abgeleitete sey, so nemlich, dasz die überwiegende Alkalität immer die Flüssigkeit des Blutes unter anderen thierischen Feuchtigkeiten vermehre, also auch ihre Leitungsfähigkeit, woraus Kälte folgt, die überwiegende Säure auf der anderen Seite aber das ganz Entgegengesetzte hervorbrächte. Die ungleiche Wärme, welche wir in dem Wasser, das sich in der Kette befindet, entdeckten, erlaubt, wie wir gesehen haben, auch eine andere Erklärung. Ein warmer Körper wirkt in der galvanischen Kette mit einem kälteren derselben Art, als ein brennbarer. Dieses lässt sich aber daraus erklären, dasz der wärmere ein besserer Leiter ist, und also mit seiner vorherrschenden Kraft mehr zu wirken vermag. Merkwürdiger ist ein Versuch von *Ritter*, wonach ein Goldblatt sich in einem mit wenigen Tropfen Salzsäure vermischten Wasser auflöszte, als das Wasser gefror: woraus man schlieszen müsste, dasz die Säure oxydirt worden, das Wasser also beim Gefrieren Oxygen abgegeben habe. Dieser und ein Paar ähnliche, verdienen gewisz Beachtung, und müssen weitere Untersuchungen veranlassen. So viel können wir aber doch nach allem Vorhergehenden sicher behaupten, dasz das Wesentliche in der Wärme jener Wechselkampf der Kräfte ist, ja man könnte wohl noch hinzusetzen, dasz an ein eigentliches Uebergewicht einer der Kräfte hiebei nicht zu denken sey, sondern wenn ein Unterschied von Positivem und Negativem in der Wärme und Kälte Statt finden sollte, dieser dann in einer verschiedenen Richtung der Thätigkeiten bestehen müsse.

Vergleichen wir nun unsre hier aufgestellte Ansicht der Wärme mit den beiden, die vorher bestanden, so finden wir, dasz es uns

geglückt ist, ihre entgegengesetzten Richtungen gleichsam in einem Brennpunkt zu vereinigen. Die Naturforscher der früheren Zeit, insonderheit aufmerksam auf die Kraft, welche zur Hervorbringung der Wärme nöthig ist, und die rege Thätigkeit welche sich in den Wärmeerscheinungen äusert, glaubten, dasz die Wärme eine Erschütterung der kleinsten Theile der Körper seyn müsse. Die neueren Physiker, den Blick mehr auf die chemischen Wirkungen richtend, und am meisten auf jene still vorübergehende Thätigkeit, welche in der Hervorbringung der Kälte so mächtig ist, nahmen einen Wärmestoff an, der sich mit den Körpern chemisch verbinden könne, und bald gebunden sey, bald frei erscheine. Man könnte jene Theorie die mechanische, diese die chemische nennen. Unserer können wir, indem wir von den Kräften ausgehen, den Namen der dynamischen geben. Betrachten wir nun diese Ansichten nach ihren ersten Gründen, so müssen wir der mechanischen Theorie einigen Vorzug vor der chemischen zugestehen; denn jene fängt an mit etwas ganz Erfahrungsmäßigem, dasz nemlich alle Wärmehervorbringung mit einer inneren Bewegung vergesellschaftet ist, diese aber beginnt gleich mit der Annahme eines Wärmestoffs, dessen Daseyn auch nicht den geringsten Beweis für sich hat. In dem ganzen groszen Zusammenhange hat aber die mechanische Theorie den groszen Nachtheil, dasz man, in derselben Consequenz, auch alle andre chemische Wirkungen als blossen Erfolg innerer mechanischer Bewegung betrachten musz. Dieses ist es, was der Wärmestofftheorie den Sieg erwarb, zu einer Zeit, wo die klarere Anschauung aller chemischen That-sachen es nicht mehr erlaubte, sie auf Mechanik zurückzuführen. Auch ist es in der Grundlage der mechanischen Theorie durchaus willkührlich, dasz man die innere Thätigkeit in der Wärme, als ein blosses mechanisches Erzittern annimmt. Die dynamische Theorie fängt nicht mit irgend einer willkührlichen Annahme an, sondern sie zeigt erst zwei über die ganze Natur verbreitete Kräfte, welche das Wesen aller chemischen, wie aller mechanischen Wirkungen ausmachen, und darauf zeigt sie das Gesetz, wonach die Wechselwirkung dieser Kräfte Wärme hervorbringt. In diesem Grundgesetz der Wärmehervorbringung liegt nun zugleich die Erklärung aller Hervorbringungsarten der Wärme, sowohl mechanischer als chemischer, wie auch die Anschauung jener regen Thätigkeit, welche sich in allen Wärmeerscheinungen äusert.



Auch die Ursache der die Wärme begleitenden Ausdehnung entdecken wir bei dem ersten Blick darin. Ja selbst das Gefühl, welches die Wärme hervorbringt, spürt man gleichsam darin, und glaubt, dass man es daraus würde ableiten können, wenn man nur Gefühle in Worte auflösen könnte. Uebrigens zeigen die beiden ältern Theorien in dem was sie erklären und nicht erklären, gar deutlich ihren Ursprung. Jede erklärt das, wozu sie erdacht ist, oder, um die Sache auf eine anständigere, und auch der Wahrheit angemessenere Weise auszudrücken: jede dieser Theorien ist Darstellung einer Gesetzmäßigkeit in den Wärmeerscheinungen, aber nur von einer Seite gesehen. Die mechanische stellt wirklich die innere Lebendigkeit der Wärme dar, nur mit einer anklebenden Einseitigkeit, die sich in diesem Zusammenhange nicht wegschaffen liesz, die aber auch eben in diesem Zusammenhange ihr sonstiges Abstoszendes verliert, wie es ein jeder fühlen wird, der sich anders als mit halbem Geiste in die mechanische Ansicht versetzen will. Die chemische stellt wirklich die Gesetzmäßigkeit der Wärmeübergänge bei allen chemischen Veränderungen dar, doch auch mit einer Einseitigkeit, welche mehrere schiefe Darstellungen veranlaszt. Man kann aber nicht läugnen, dass die Wärmestofflehre zur Darstellung einer mannichfaltigeren, entwickelteren Gesetzmäßigkeit gedient hat, als die mechanische, wogegen man es wohl bezweifeln konnte, ob der Begriff des Wärmestoffs die eigentliche Veranlassung zu diesen Entdeckungen gewesen. Denn eben bei den schönen Gesetzen von der Bindung und Entbindung der Wärme, musz man dem Wärmestoff ganz neue Eigenschaften beilegen, welche gar nicht in seinem Grundbegriff liegen. Es würde nicht schwer seyn, die mechanische Theorie auch auf die Bindung und Entbindung der Wärme anzuwenden, und zwar mit groszem Schein der Consequenz; man könnte nemlich sagen, dass durch den Uebergang der Dämpfe in Tropfbarflüssigkeit, oder dieser in Festigkeit, die Oscillationen stärker, und durch den entgegengesetzten Uebergang schwächer würden. Man würde sogar einige Analogie vom Schall für sich haben. Es würde auch auf der andern Seite nicht ganz unmöglich, obgleich schwerer seyn, auch die Wärmestofftheorie für die Hervorbringung der Wärme auszubilden; wir überlassen dieses aber alles denjenigen, welche mit solchen Grundlagen, nach der Entdeckung festerer, noch zufrieden sind. Wir nehmen nur historisch auf das, was sie geleistet haben, Rück-

sicht. Die dynamische Theorie wird durch ihren bestimmten Zusammenhang mit allen chemischen und mechanischen Thatsachen, und durch die Verbindung, welche sie zwischen beiden stiftet, (z. B. den Parallelismus der chemischen und mechanischen innern Beweglichkeit, den sie darbietet) sich wie wir hoffen immer mehr bewähren. Noch ist sie nur in ihrer Kindheit; möchte sie erst von so vielen scharfsinnigen Männern ausgebildet werden, als die ältere, so wird sie sich ihnen ohne Zweifel noch vortheilhafter entgegenstellen können.

---

#### HERVORBRINGUNG DES LICHTS

Wenn ein Körper einen gewissen Wärmegrad, ungefähr 3,35 Maasz, erreicht hat, so fängt er an im Dunkeln schwach sichtbar zu werden; bei einer stärkern, ungefähr 4 Maasz, wird er sehr deutlich sichtbar; bei einer noch grösseren, etwas über 4,6 Maasz, wird er auch in der Dämmerung leuchtend erscheinen, und endlich bei ungefähr 5,4 Maasz wird er selbst bei hellem Tage sich glühend zeigen. In den ersten Graden ist das Licht roth, bei Verstärkung der Hitze geht dieses aber durch verschiedene Grade in das Weisse über. Dieses geschieht nun nicht bloss an solchen Körpern, deren Oberfläche eine schwache Verbrennung erleidet, sondern findet auch an denen Statt, die durchaus keine solche Veränderung erleiden, z. B. das Gold, welches viele Monate, ja Jahre lang glühend erhalten werden kann, ohne eine Spur von Oxydation zu zeigen. Wenn wir also sagen: die Wärme geht hier in Licht über, so ist dieses nichts weiter, als in Worten ausdrücken, was wirklich vor sich geht.

Umgekehrt, wenn Licht auf solche Flächen fällt, welche nur wenig davon wieder zurückwerfen, so wird Wärme hervorgebracht. Man sieht dieses deutlich genug in den bekannten Erfahrungen, nach welchen schwarze und dunkelgefärbte Flächen weniger<sup>1</sup> vom Lichte erwärmt werden, als hellere oder weisse, und diese wiederum weniger als blanke. Man nehme welche Theorie man auch wolle vom Lichte an, so wird man doch immer genöthiget seyn zu gestehen, dass das Licht, als Licht, in dem Grade verschwindet, in welchem es auf die Oberflächen der Körper wirkt, ohne zurückgeworfen zu werden. Wir sehen ebenfalls, dass das Licht, wo es

<sup>1</sup> [o: mehr.]



durch die Körper hindurchgehen musz, sie um so viel stärker erwärmt, je weniger sie davon durchlassen. Der allgemeine Ausdruck für diese Erfahrungen ist: Wo Licht, als Licht, verschwindet, da entsteht Wärme.

Es ist wohl zu bemerken, dasz die Erfahrungen, worauf wir uns hier berufen haben, zu jenen weitumfassenden gehören, die sich an allen Körpern, wo nur die allgemeinen Bedingungen anzu-bringen sind, darstellen lassen, und überall dasselbe Resultat zeigen. Der Uebergang der Wärme in Licht, oder des Lichts in Wärme, ist also nicht zu läugnen, sondern vielmehr als eine grosze That-sache anzusehen. Wir wollen aber, wie es sich schon aus dem Vorhergehenden versteht, damit keinesweges behaupten, dasz Licht und Wärme dasselbe wäre, oder doch nur dem Grade nach ver-schieden: dieses würde nur schlecht mit der Erfahrung stimmen; sondern wir schlieszen nur daraus auf die Gleichheit ihrer hervor-bringenden Kräfte, und betrachten sie als verschiedene Wirkungs-formen derselben.

In den electrischen Wärmehervorbringungen kommt, wie es nicht anders seyn konnte, dasselbe Gesetz wieder. Dieselbe Wir-kung, welche Wärme hervorbringt, steigert auch die Thätigkeit bis zum Glühen. Der electrische Funke ist nichts als glühende Luft. In der verdünnten Luft verbreitet sich dasselbe Glühen über einen gröszern Raum, ist aber darum doch immer dasselbe. Selbst die sogenannten electrischen Ausströmungen würden kein Licht geben, wenn nicht jede derselben ihren Gegensatz aus der Luft anzöge. Nicht blosz feste und luftförmige Körper zeigen diese Erscheinung, sondern auch tropfbarflüssige; das Wasser z. B., wenn man Funken da durchschlagen lässt, um es zu zerlegen; Weingeist noch mehr; äusserst glänzend aber Terpentinöhl. Durch starke chemische Ket-tenwirkung bringt man auch feuchte Alkalien und Salze zum Glühen.

Haben wir aber gesehen, dasz Wärme Licht, und Licht Wärme werden kann, und dasz wir durch Vereinigung derselben Kräfte, welche Licht geben, auch Wärme hervorbringen können, so fehlt nur noch zur völligsten Ueberzeugung von der Gleichheit ihrer hervorbringenden Kräfte, dasz man aus dem Lichte, durch irgend eine Art von Analyse, die beiden chemischen Kräfte darstellen könnte. Dieses aber haben wir durch *Ritters* herrliche, von *Scheele* und *Herschel* veranlaszte, von *Englefield*, *Seebeck*<sup>1</sup> und mehreren be-

<sup>1</sup> [o: Seebeck.]

stättigte, Versuche gelernt. Das Resultat ist bekannt genug, dasz nemlich die durch ein durchsichtiges Prisma gehende Lichtwirkung sich nicht bloß in Farben verbreitet, sondern auch daneben eine chemische Vertheilung leidet, so dasz, von der violetten Seite angefangen, noch ausser den sichtbaren Strahlen eine desoxydirende Thätigkeit Statt findet, welche in dem violetten Lichte selbst schwächer, in dem blauen noch schwächer ist, und endlich, wie sie sich dem rothen nähert, ganz verschwindet, um da in die entgegengesetzte, eine zündungfördernde, überzugehen, welche auch weiter fortwächst, über das Rothe hinaus in einen mit unsichtbarer Thätigkeit gefüllten Raum. Die Versuche, worauf dieses beruht, lassen sich nicht bezweifeln. Die Brennkraft zeigt sich an der violetten Seite und in dem Violetten selbst deutlich überwiegend dadurch, dasz sie das salzsaure Silber äusserst schnell schwärzet, und auf der entgegengesetzten Seite zeigt sich die Zündkraft dadurch, dasz sie die sonst am Tageslichte so leicht erfolgende Schwärzung des salzsauren Silbers hindert. Insonderheit hat man die desoxydirende Kraft der violetten Seite vielfältig beglaubiget. Die entgegengesetzte der rothen würde schon daraus folgen, wenn wir auch keine Versuche darüber hätten; denn wenn das violette Licht eine grössere reducirende Eigenschaft hat als das weisse, so musz in diesem ja eine Kraft seyn, welche die in jenem aufhebt, das heiszt die entgegengesetzte, mit andern Worten die Zündkraft. *Wollaston* hat gefunden, dasz sich *Guajacharz* in dem prismatischen Lichte ganz umgekehrt verhält, und in dem violetten Lichte grün wird, wie sonst durch andre Oxydationen, und in dem rothen, eben wie in gewöhnlicher Wärme, wieder braun. Diese Umkehrung der That-sachen ist merkwürdig, widerlegt aber auf keine Weise die Kraft-vertheilung im Lichte: denn solche Umkehrungen sind in den freiern Aeuszerungen der Kräfte sehr häufig wegen des Gegensatzes in der Vertheilung und Ausgleichung oder sogenannten Mittheilung. Vielleicht ist die höchst geringe Leitungsfähigkeit des *Guajacharzes* Ursache dieser Umkehrung. Doch weitere Untersuchungen mögen dieses lehren. Wir können es immer als bewiesen annehmen, dasz wir die Brennkraft und Zündkraft in dem Lichte gefunden haben, und zwar nach einem solchen Gegensatze und Vertheilung, dasz wir schon darin allein einen Grund haben würden, alles, was zwischen den äussersten Punkten grösser Vereinzelung eines jeden liegt, bloß für verschiedene Mischungs- und Thätigkeitsäuszerun-



gen derselben zu halten. Uebrigens werden wir leicht gestehen, dass der analytische Beweis hier bei weitem nicht die Stärke des synthetischen hat; doch durch diesen so wohl vorbereitet und gestützt, möchte er wohl zu unserer vollen Ueberzeugung hinreichend seyn. Für die kunstmässige Vollkommenheit der ganzen Darstellung aber, wie auch für die bestimmtere Einsicht in alle Umstände des Vorganges, gehört gewisz eine fortgesetzte Untersuchung über die Entwicklung und Hervorrufung der innern Thätigkeiten des Lichts zu den wünschenswerthesten der Naturlehre.

Haben wir uns nun aber vollkommen davon überzeugt, dass Licht und Wärme durch dieselben Kräfte hervorgebracht werden, so entstehet die Frage: wie sind denn diese in ihrem Aeusern doch so ungleiche Kräfte auch im Innern verschieden? Wir haben schon in dem Vorhergehenden bemerkt, dass die Gegensätze zu einer weit grösseren Stärke gekommen seyn müssen bei der Hervorbringung des Lichts, als der der Wärme. Wir sehen aber in unsern gewöhnlichen electricischen Versuchen, und es folgt auch aus der Natur der Sache, dass wenn die Gegensätze ihr höchstes Maasz erreicht haben, sie den Widerstand überwinden, welchen die Unvollkommenheit der Leiter ihnen entgegensetzt, überschlagen, und sich ausgleichen. Dasselbe musz nun auch mit jenen durch die Natur des Leiters bestimmten kleinsten möglichen Gegensätzen Statt finden, und eine andre Erscheinung hervorbringen, als die blosze Stöhrung des Gleichgewichts. Der electricische Funke, wie auch jedes andre Glühen, ist ein durch den ganzen Raum fortgesetztes Ueberschlagen. In den dichtern Körpern geschieht dieses Ueberschlagen nicht in einem Augenblick durch alle Punkte, vielmehr behalten sie eine Zeit lang ihre leuchtende Kraft. Vielleicht rührt dieses von einer Oscillation her, welche bei einem solchen Entladungskampf eben so natürlich wäre, wie die wohlbekannten Oscillationen in der Entladung einer electricischen Säule. Die Verbreitung aber von dem leuchtenden Körper aus durch ein jedes gegebene Mittel, geschieht, wie bekannt, ohne eine Spur auf dem Wege zurückzulassen, wenn jenes nicht in Wärme verwandelt wird. Die strahlende Wärme hat eine ähnliche Wirkungsart, nur musz darin die Schnelligkeit der Wirkung weit geringer seyn, weil sie viel leichter von dem Widerstand des Mittels gehemmt und in fortgeleitete Wärme verwandelt wird. Ob aber nun in der Wirkungsform der Kräfte noch etwas hinzukommen musz, um Licht zu bil-

den, oder ob die schon angegebene Einheit der Wirkungsform dazu hinreicht, müssen wir als Gegenstand weiterer Untersuchung unausgemacht dahin gestellt seyn lassen. Die einzige Frage über die innere Beschaffenheit des Lichts, die wir hier auch nur aufzuwerfen vermögen, ist diese: Sollte das weisse Licht, auszer andern Unterschieden von der Wärme, nicht auch mehr Brennkraft, als diese enthalten? *Herschel* fand bekanntlich in seinen thermometrischen Versuchen über das Licht, dasz die oxydirenden Strahlen von sehr vieler Wärme begleitet waren, die rein desoxydirenden dagegen keine Wärme erregten. Wir finden auch, dasz das weisse Licht sehr viele Desoxydationen befördert, welche die Wärme nicht zu befördern vermag. Es scheint sich auch dadurch zu bestätigen, dasz das electrische Licht der positiven Ausströmungen weit stärker ist, als das der negativen. Auch scheint die stärkere Brechung und Zurückwerfung des Lichts von den brennbaren Körpern dafür zu sprechen. Diese Anzeigen sind interessant, und lieszen sich überdies noch vermehren; auch hängen sie mit der Meinung sehr gut zusammen, dasz die Brennkraft immer mit der Wärme steige, so dasz der Uebergang zum Lichte nur durch eine bestimmte Proportion des Vorherrschens der Brennkraft bedingt wäre. Alle diese Anzeigen aber finden einen Widerspruch in den gewöhnlichen electrischen Wärmehervorbringungen, diese mögen nun zum Glühen gehen oder nicht; man merkt immer einen gleichen Aufwand beider Kräfte, nicht einer derselben insbesondre. In einem auch noch so langen, durch eine Entladung glühend gemachten Eisendrath, sieht man keinen Unterschied der positiven und negativen Seite. *Davy* hat unter andern einen 18 Zoll langen Platindrath durch die Entladung seiner groszen galvanischen Batterie glühend gemacht, ohne einen Unterschied der beiden Enden anzugeben, welches er doch gewisz gethan, wenn er einen bemerkt hätte. Wir wollen es mit dem allen nicht bestreiten, dasz es noch durch fernere Versuche gefunden werden könnte, dasz auch diese electrischen Wärmehervorbringungen einen Grund der Ungleichheit enthalten, den wir noch nicht kennen, wenigstens eine Verschiedenheit des Auszen und Innen. So lange aber dieses nicht geschehen, müssen wir uns damit begnügen zu wissen, dasz Licht hervorgebracht wird, wenn die Spannung der Gegensätze der innern Kräfte ihr Grösstes erreicht hat und zur Ausgleichung übergeht.



Die Fortpflanzung des Lichts geschieht, nach dem was wir schon gesehen haben, durch dynamische Undulationen: so nennen wir die ununterbrochne Abwechselung der entgegengesetzten Kräfte. Diese Ansicht steht ungefähr auf dieselbe Weise zwischen der Vibrationstheorie, welche *Huygens* und *Euler* lehrten, und der Emanationstheorie der Neutonischen Schule, wie die dynamische Wärmetheorie zwischen der mechanischen und chemischen. Die Möglichkeit einer solchen Ansicht hat schon *Schelling* in seiner Weltseele anerkannt.

Aus demselben Grunde, warum die schlechtesten Leiter am leichtesten in den glühenden Zustand versetzt werden, wird sich auch das Licht am leichtesten durch sie verbreiten, denn dieses ist nichts weiter, als dasz der Körper eine augenblickliche Glühung erleidet, welche aber, wie wohl zu bemerken, nicht mit Wärme anfängt, sondern mit Licht, und daher auch nach langem Durchwirken des Lichts keine andre Wärme hinterlässt, als die, welche durch die Hemmung des Lichts zuwege gebracht wird. Dieses Gesetz ist unleugbar sehr allgemein, man bedenke nur, dasz alle geschmolzne Oxyde und alle Salze schlechte Leiter sind und zugleich durchsichtig, oder doch zur Durchsichtigkeit sich hinneigend. Schwefel und Phosphor sind ebenfalls sehr schlechte Leiter und durchsichtig. Mehrere gute Leiter sind auch durchsichtig, aber sie gehören doch immer noch nicht zu den besten. Undurchsichtig können, wie bekannt, die Körper werden durch Pulverung, Zersplitterung, durch Einmischung fremder Theile, welche keine chemischen Verbindungen bilden. Uebrigens lässt es sich kaum bezweifeln, dasz es noch andere hinzutretende Ursachen der Durchsichtigkeit und Undurchsichtigkeit gebe, die noch nicht entdeckt sind. Eine kennen wir noch, aber nicht ihre Verbindung mit der Natur des Lichts, nemlich, dasz brennbare Körper das Licht stärker brechen und zurückwerfen, als andre; es ist aber noch eine Frage, ob nicht die sehr brennbaren Körper auch alle besonders schlechte Leiter sind, und in diesem Zustande dem Lichte einen etwas grösseren Widerstand leisten, als zur vollkommensten Durchlassung sich fügen will. Hiedurch würde doch nur die Schwierigkeit anderswo hingeschoben. Wenn wir sie auch überhaupt gegenwärtig nicht lösen können, so bedenke man, dasz dieses auch sonst in der experimentalen Naturlehre nicht geschehen ist, wir stehen also hierin gegen die gewöhnlichen Theorien nicht zurück; wir machen

aber an die neue um so grössere Forderungen, und mit Recht, weil sie sich mehr mit dem Ganzen in Zusammenhang setzt. Könnte man annehmen, dass das Licht ein Uebergewicht von Brennkraft, entweder durchaus oder vermöge einer Vertheilung von innen nach ausen, hätte, so würde schon ein Theil der Schwierigkeiten wirklich gehoben seyn.

Wahrscheinlich wird man eine Einwendung gegen unsre Ansicht aus der Geschwindigkeit des Lichts hernehmen, und behaupten, dass eine solche Verbreitung, wie die von uns dargestellte, unmöglich damit vereinbar sey. Wir können aber hierauf am besten mit einer Erfahrung antworten, dass nemlich die eine Seite einer geladenen Glasscheibe gleich ihre electricische Thätigkeit verändert, sobald die andere eine Veränderung leidet, und dies obgleich der schlechte Leiter dazwischen liegt. Auch geht die Vertheilung durch mehrere Abwechselungen guter und schlechter Leiter sehr schnell, wiewohl die übrige Leitung darin fast gar nicht möglich ist. Sollte also hier der sehr grosse Andrang in dem leuchtenden Körper dieselbe Störung erst durch eine äusserst schnelle Vertheilung, und durch eine eben so schnell darauf folgende Entladung fortpflanzen? Doch wir verwickeln uns hier in die schwierigsten Untersuchungen, wenn wir die Verbreitungsart des Lichts weiter verfolgen wollen, und entfernen uns zugleich von unserem Ziele. Gehen wir also zu den eigentlich chemischen Lichtentwickelungen zurück.

In derjenigen chemischen Wirkung, worin die grössten Gegensätze sich aufheben, erscheint auch am häufigsten Licht, nemlich bei dem Verbrennen. Die in der Luft vorgehenden Verbrennungen sind besonders reich an Lichtentwickelung. Indem die Oxygenluft sich mit dem brennbaren Körper verbindet, geht eine sehr schnelle Vereinigung der entgegengesetzten Kräfte vor, und zwar in einem Mittel, das nur sehr unvollkommen leitet; die Vereinigung der Kräfte bringt daher nicht bloss dunkle Hitze, sondern Glühen hervor. Die Flamme ist nur ein glühender, hauptsächlich aus Dampf und Luft zusammengesetzter Körper. Sie besteht zum Theil aus dem brennenden Stoffe, zum Theil aus Oxygengas, zum Theil aus dem Product der Verbrennung. In so weit bei dem Verbrennen eine Dampfbildung vorgeht, wird die Wärme bedeutend vermindert, zum Theil durch Wärmebindung, (wie wir sie im Vorhergehenden erklärt haben) zum Theil durch Zerstreung. Nehmen wir



dieses alles zusammen, so begreifen wir, warum die langsame Verbrennung des Phosphors so viel Licht und so wenig Wärme giebt. Dieser Körper fängt bei einer Wärme, welche nur sehr wenig den Gefrierpunkt übersteigt, zu verbrennen an. In diesem Zustande ist die Luft ein sehr schlechter Leiter, der unbedeutende Dampf, der sich vom Phosphor entwickelt, ist es ebenfalls, und endlich das Product der Verbrennung, phosphorigte Säure, ist noch ein luftförmiger Körper. Die ganze Atmosphäre also, welche den Phosphor umgiebt, ist ein schlechter Leiter, von sehr geringer Masse in jedem Raumpunkte; sie wird also durch die Vereinigung der Kräfte gar leicht zum Glühen gebracht, oder mit andern Worten, es findet hier ein Glühen bei sehr geringer Wärmemenge Statt. Diese Wärmemenge zerstreuet sich nun leicht, durch die sich entwickelnde luftförmige phosphorigte Säure, und durch den unmittelbaren Uebergang in die Luft, oder in die feste Masse des Phosphors, wo an der Oberfläche ein Theil schon verwandt wird, um neuen Phosphordampf zu bilden. Dasz eine Zerstreung der Wärme sehr wesentlich als Ursache mitwirkt, warum der Phosphor bei seinem langsamen Verbrennen keine Wärme giebt, sieht man daraus, dasz angehäuften Phosphorstücke bei dem langsamen Verbrennen nach und nach sich innerlich erhitzen, und sich in den Zustand des lebhaften Verbrennens versetzen. Ueberhaupt könnte man sagen, das Leuchten ohne bemerkbare Erwärmung erscheine bei dem Glühen einer sehr geringen Masse, wenn Zerstreung der Wärme damit verbunden ist.

Die verschiedenen Farben der Flamme an den verschiedenen Punkten, verdienen hier auch eine Betrachtung. Man stellt sie am schönsten durch brennenden Weingeist dar. Man verbrenne, in einem Gefäß aus ganz weissem Porcellan oder Fajance, Weingeist, ohne Docht, an einem Orte, wo ein stark hineinscheinendes Sonnenlicht nicht geradezu die Augen blendet, und zur Verhütung jeder Täuschung stelle man noch weisses Papier oder andere farblose Gegenstände umher, und man wird immer sehen, dasz die Flamme unten sehr schön veilchenblau, etwas höher rein blau ist: der oberste Theil der Flamme ist weisz, mit etwas eingemischtem Gelb. Wenn der Weingeist recht sehr heisz geworden ist, die Entwicklung der Dämpfe also schneller geht, bemerkt man noch das rothgelbe, und am allerersten Rande das Rothe selbst. Auf der obern Grenze des Blau's, kann man auch noch dann und wann

einiges Grün bemerken, welches aber nie weder so deutlich, noch so rein erscheint, wie die andern Farben, und am wenigsten mit dem Veilchenblau und reinem Blau des untern Theils sich vergleichen lässt. *Goethe* hat in seinem Werke zur Farbenlehre diese Farbenvertheilung für eine blosze Täuschung erklärt, weil sie nach seiner Meinung daher rühren soll, dass man den Docht, in dem gewöhnlichen Kerzenlicht, oder sonst einen dunkeln Körper, dadurch sehe. Er behauptet daher, dass man keine Farbe in einer Weingeistflamme sehe, wenn man hinter derselben ein Stück weisses Papier hält. Allein einen solchen Erfolg des Versuchs hat man nicht, wenn die Flamme nicht sehr klein ist, und ein starkes Sonnenlicht, welches eine jede Flamme undeutlich macht, hereinscheinen lässt. Bei einer recht groszen Flamme hindert aber auch dieses nicht das Sehen der Farben, wenigstens nicht der Hauptsache nach. Der Docht, durch den man das Verbrennen fester Körper befördert, und die Kohle, welche sich in der Verbrennung anderer organischer Körper entwickelt, haben auch keinen Einfluss auf die Flamme; denn wenn man solche Körper in verschlossenen Gefässen erhitzt, und die sich entwickelnden dampf- und luftförmigen Körper durch Röhren irgendwo hinleitet, so kann man diese entzünden, und erhält, auch bei dem weisesten Hintergrund, dieselben Farben darin, wie bei der Verbrennung der Körper selbst. In dem Theile der Flamme, welcher dem brennenden Körper am nächsten ist, findet man die Farbe immer veilchenblau oder reinblau, in dem entferntesten Theile aber rothgelb oder roth. Das stärkste Licht der Flamme ist gewöhnlich gelblichweisz. In der Mitte derselben erscheint häufig ein schmutziges Grün. Es zeigt sich also deutlich, dass in dem Theile der Flamme, worin die Brennkraft das Uebergewicht hat, auch die Farben, worin die Brennkraft vorherrschend ist, wirklich hervortreten, da aber, wo die Zündung fördernde Luft überwiegend ist, da werden auch die, durch die Zündkraft bestimmten Farben erscheinen; in der Mitte aber wird man das Gleichgewicht der Farben und der Kräfte zusammentreffen sehen. Die alte Bemerkung der Chemiker, dass die Metalloxyde, vor das Blaserohr gebracht, in dem blauen Theile sich leicht reduciren, die Metalle oder wenig oxydirten Stoffe umgekehrt in dem rothen Theile leicht Oxygen anziehen, stimmt vollkommen mit unserer Ansicht. Eine ähnliche Bestätigung finden wir bei dem Verbrennen des Hydrogengases. Das ganze Product



der Verbrennung desselben ist ein ziemlich guter Leiter, Wasserdampf. Bei einem Verbrennen in atmosphärischer Luft wird daher die Thätigkeit nicht hoch genug steigen, um weisses Licht zu geben, sondern man bekommt in der Mitte ein schönes grünes, unten veilchenblau, oben gelbroth, dann und wann mit einem rothen Rande, wenn nemlich der Luftstrom schnell ist. Das grüne Licht ist aber vorherrschend. Vermischt man Hydrogengas mit atmosphärischer Luft, in dem Verhältnisz, um Wasser zu bilden, und entzündet es durch einen electrischen Funken, so geschieht die Verbrennung mit einem grünen Lichte; wenn aber mit Oxygen, was jedoch in gläsernen Gefäßen gefährlich ist, mit einem weissen. Nimmt man aber sechs Theile Oxygengas gegen einen Theil Hydrogengas, so erfolgt die Verbrennung mit einem starken rothen Lichte. Wenn sehr brennbare Körper sich auf dem nassen Wege mit Oxygen verbinden, z. B. ein Metall in Salpetersäure, so entstehen oft bedeutende Grade von Hitze, die aber doch nicht zum Glühen gehen. Man braucht, um sich dieses zu erklären, nicht anzunehmen, dasz irgend ein Lichtstoff dem Oxygen der Säure schon früher entzogen wäre; alles erklärt sich sehr leicht aus den schon gefundenen Gesetzen. Die Vereinigung der Brennkraft und Zündkraft in einem Mittel, welches vielfach besser leitet, als die Luft, könnte nach unsern schon gefundenen Gesetzen selten oder nie die höchste Spannung der Gegensätze verursachen. Nur in einigen wenigen Fällen bringen sehr trockne Alkalien, und höchst concentrirte Säuren durch ihre Verbindung Glühen hervor. Offenbar ist hier die Schnelligkeit der Verbindung, und die Intensität der anziehenden Kräfte sehr grosz.

Dasz das Licht ganz andre chemische Wirkungen hervorbringt, als die Wärme, kann uns jetzt auch keine Schwierigkeit machen. Die Verschiedenheit besteht vorzüglich darin, dasz innere<sup>1</sup> Stoffe, deren Vereinigung durch die Wärme befördert wird, durch das Licht wieder getrennt werden, wie wir unter vielen Beispielen an dem Verhältnisz des Oxygens und Quecksilbers sehen. Wir sehen aber nun ein, dasz bei einer bis zum höchsten getriebenen Spannung der Gegensätze in einem Körper, wo die Anlage zu einer Trennung ist, diese zuletzt erfolgen musz; wo dagegen dieses Auseinandergehen der Gegensätze nicht so beträchtlich ist, da wird die Vermehrung der Leitung, durch die innerlich gestörte Ruhe,

<sup>1</sup> [o: einige?]

die Verbindung weit mehr befördern als hindern. Man wird dieses vielleicht einst durch einen Versuch versinnlichen. Es ist kaum zu bezweifeln, dass man dahin kommen wird, einen galvanischen Apparat zu construiren, dessen Kraft hinreichte eine eingeschlossene Wassersäule gleich bei der Schliessung glühend zu machen. Ein solcher müsste mit einer grossen Wirkungsmenge, wie der *Davy'sche*, auch eine grosse Stärke vereinigen. Wenn man nun das Wasser in einer solchen Kette plötzlich zum Glühen brächte, so würde es sich höchst wahrscheinlich auch in jedem Punkte decomponiren, das ist: sich gleich überall in Oxygen- und Hydrogengas verwandeln. Vielleicht könnte man dies sogar durch eine electrische Batterie bewirken, wenn man durch einen dünnen feuchten Faden einen Funken schlagen liesz. Hätte man ihn statt Wassers noch mit einer Salzauflösung getränkt, so würde man vielleicht auf einem untergelegten gefärbten Papiere Abbildungen bekommen, zwar nicht von den letzten und feinsten Vertheilungen, aber von den grössern, so wie in *van Marums* Metallverdampfungsversuche.<sup>1</sup>

---

#### BEMERKUNGEN UEBER DIE ERSCHEINUNG DER ALLGEMEINEN KRAEFTE IN DER ORGANISCHEN NATUR

Da wir nun die beiden Kräfte, deren Gesetze wir aufzustellen uns bemüht haben, in allen Wirkungen der organischen Natur wiedergefunden haben, so kommen wir zu der Frage: ob diese Kräfte auch in der organischen Natur gefunden werden, und ob sie vielleicht da eben so allgemein seyn möchten, wie in der anorganischen? Gewissermassen könnten wir diese Frage bloss durch die allgemeine chemische Analyse beantworten, denn diese löst alles, was in der organischen Natur Stoff ist, in solche Grundstoffe auf, welche auch in der anorganischen Natur gefunden werden, und so müssten also die letzten chemischen Grundkräfte in allen Naturreichen dieselben seyn. Dagegen lässt sich nun zwar nichts einwenden, wenn man die Sache in einer gewissen Beschränktheit nimmt; mancher könnte aber doch dagegen die Bemerkung machen, dass dieses alles nur für die destruirten organischen Körper gelte, dass aber in dem lebendigen Gebilde noch andre Kräfte hinzutreten,

<sup>1</sup> Der Verfasser ist, indem er dieses schreibt, auf einer Reise, und kann daher den Versuch nicht anstellen.



welche unserer chemischen Untersuchung ganz entgehen. Wir würden einem solchen leicht Recht geben, wenn er behaupten wollte, dasz ein höheres Gesetz, ein höheres Princip der Einheit, in der organischen Natur herrsche, als in der anorganischen: denn dieses giebt schon ein unbefangener Blick auf das, was vorgeht; aber behaupten, dasz in der organischen Natur ganz neue Kräfte, nicht neue Wirkungsformen der bekannten vorkommen, ist etwas ganz Unerwiesenes aufstellen. Man glaubt dadurch fälschlich die Würde der organischen Natur zu behaupten; aber die Grundkräfte machen immer nur das Materiale aus, woraus alle mögliche Gebilde entspringen könnten, wie aus demselben mechanischen Stoff das vollendetste Muster menschlicher Schönheit, und das unbedeutendste Gefäß hervorgehen kann. Alles kommt hier nur auf die Idee des schaffenden Künstlers, dort auf die Idee des Dinges in der unendlichen Vernunft an, welche wir in allen unsern Untersuchungen als den Inbegriff aller in dem Wesen enthaltenen, und als Einheit wirkenden Naturgesetze anerkennen. Um nun dieses dem Auge näher zu rücken, wollen wir alle Hauptwirkungen der organischen Natur durchgehen, und sehen wie die schon von uns anerkannten allgemeinen Naturgesetze darin erscheinen. Wir sind dabei genöthigt uns am meisten an die thierischen Körper zu halten, weil wir über die Gewächse nur noch wenige Untersuchungen haben; aber können wir unsre Absicht nur hier erreichen, so wird man auch nicht bezweifeln, dasz eine genauere Kenntniz dasselbe in dem Gewächsreiche leisten wird.

Eine der allgemeinsten Wirkungen in der thierischen Natur ist bekanntlich die Muskelzusammenziehung. Diese wird durch die Electricität sicher und nach bestimmten Gesetzen erregt, hiezu brauchen wir keine neue Kraft in der Natur anzunehmen. *Ritter* hat schon längst bewiesen, dasz ähnliche Zusammenziehungen und mithin auch Nachlassen der Zusammenziehungen, mit andern Worten Zuckungen, auch in anorganischen Körpern durch die galvanische Kette hervorgebracht werden können. *Erman* hat dieses, als ein wahrer Meister der experimentalen Kunst, in ein noch helleres Licht gesetzt. Der lebendige Nerve ist höchst vollkommener Leiter der Electricität, und kann durch seine Berührung mit den Muskeln schon diese Kraft erregen. Die Nerven können also ohne eine andre Kraft die Muskeln in Bewegung setzen. Alles, was mechanischer Reiz hier auszurichten vermöchte, lässt sich

aus der durch veränderte Lage der Theile veränderten Kettenwirkung erklären; die Wirkung der Kräfte in ihrer galvanischen Form wird sich dagegen nicht auf mechanischen Reiz zurückführen lassen. In so weit musz denn eine jede äuszere Berührung eine Veränderung der Empfindungen hervorbringen; demnach setzt das, was wir gewöhnlich Gefühl und Getast nennen, keine besondere, von den allgemeinen Naturkräften verschiedene, Kraft voraus, wohl aber eine Wirkungsform derselben, die noch bei weitem nicht erspäht worden, ja vielleicht nie ganz zu erspähen ist. Was das Wärmegefühl betrifft, so ist dieses offenbar ein Product derselben Kräfte, welche in der anorganischen Natur wirken; denn man bringt den Wärmezustand nicht allein überall auf dieselbe Weise hervor, miszt sie durch dieselben Mittel in dem lebendigen thierischen Körper, wie in der todten Natur, sondern selbst das Gefühl der Wärme stimmt, wie wir schon vorher bemerkt haben, ganz mit dem überein, was man sich von einer Erregung der ruhenden Kräfte vorstellen kann. Auch ist es kaum zu bezweifeln, dasz nicht die Lebensthätigkeit, nach den von uns aufgestellten Gesetzen, eine eigne Wärme hervorbringen müsse. Daher auch die Thiere, welche ein unabhängigeres Leben genießen, auch eine selbstständigere Temperatur haben, an deren Hervorbringung wir gewisz nicht dem Athemholen seinen Theil absprechen wollen; dasz aber dieses nicht die einzige Ursache der Wärme sey, wird man uns wohl gestehen müssen. Um unter mehreren Thatsachen nur eine zu nennen, bedenke man nur, mit welcher auszerordentlichen Schnelligkeit ein Gedanke durch Erregung einer Leidenschaft das Gefühl der Wärme vermehren oder vermindern kann, welches unmöglich wäre, wenn alle Wärme von den Athmungsorganen ausginge. Wir haben auch schon früher bemerkt, dasz jeder Körper, auch die anorganischen, seine eigne Wärme habe. Aber die letzten, wie auch viele der organischen, haben eine weit geringere selbstständige Temperatur, als die, welche sie als Theile des gesammten Erdkörpers haben müssen, und so kann ihre eigenthümliche Temperatur nie zum Vorschein kommen.

Man hat schon so lange Chemie getrieben wurde die Ueberzeugung gehabt, dasz chemische Veränderungen in unserm Körper vorgehen; und nachdem man sich eine bestimmtere Kenntniz der chemischen Gesetze erworben, hat man auch gefunden, dasz einige Vorgänge in der organischen Natur sich auf die gewöhnlichsten



chemischen Processe zurückführen lieszen, besonders wenn man nur auf die Bedingungen und den endlichen Erfolg Rücksicht nahm, womit man sich auch um so eher begnügte, da, streng genommen, wir in den von uns selbst angestellten chemischen Versuchen nicht mehr sahen. Nur die Entdeckung der chemischen Kettenwirkung hat angefangen, uns in beiden weiter zu führen. Die wunderbaren Secretionen und Absorptionen in den organischen Körpern, wo man keinen offenen Durchgang für die Stoffe erblickte, sind jetzt nicht so ganz unbegreiflich, seitdem wir die Leitung der chemischen Kräfte, und vorzüglich *Davy's* herrliche Versuche über den Durchgang der Stoffe kennen. Es wird vielleicht den Anatomen künftig glücken, in dem Bau der Theile die Bedingungen mancher Kettenwirkung in den thierischen und vegetabilischen Körpern zu entdecken. Schon der einzige Umstand, dasz die Säfte, welche aus dem thierischen Körper unmittelbar weggeschafft werden sollen, sauer sind, die aber, welche in dem Körper verbraucht werden sollen, eine überwiegende Alkalität haben, müszte die Anatomen zu neuen Untersuchungen, die Physiologen zu höchst interessanten Combinationen veranlassen. Aber wir brauchen nicht weiter zu gehen. Die chemische Kette zeigt uns eine Construction aus anorganischen Körpern, worin alle Glieder zu einer Gesamtwirkung beitragen; und damit haben wir denn ein Instrument, welches mit der Einrichtung organischer Körper eine gewisse Analogie hat. Möge die unendliche Kunst in den organischen Körpern uns immer noch so unerreichbar bleiben: wir werden ihr nun immer etwas in einzelnen Theilen nachbilden können, und dieses ist für die Einsicht schon viel.

Die merkwürdige Wirkung der chemischen Kette auf unsre Sinnesorgane verdient hier auch bemerkt zu werden. Bekanntlich erregt derselbe Leiter, welcher die Säure aus einem Salze hervorruft, auch auf der Zunge einen sauren Geschmack, und eben so der entgegengesetzte Leiter einen alkalischen. Es war dieses aus der Natur der Sache vorauszusehen, so wie wir sie aus den Versuchen mit anorganischen Körpern kennen; aber wir sehen doch auf jeden Fall, dasz wir eine, alle gute Leiter, also auch die Nerven, schnell durchlaufende, von keiner, wenigstens keiner den Sinnen darstellbaren, Materie begleitete Kraft in der anorganischen Natur hervorrufen können, welche die Bedingungen des Geschmacks, wenigstens zweier der merkwürdigsten Geschmacksextreme, zur

Thätigkeit bestimmen kann. Ein ähnliches, wenn gleich weniger deutlich hervortretendes, Verhältnisz finden wir auch bei dem Geruch. Was das Gesichtsorgan betrifft, so finden wir da die Erscheinung eines bläulichen Lichts durch den Zündkraftleiter, die eines röthlichen durch den Brennkraftleiter hervorgebracht; also bringen wir hier durch die chemische Kettenwirkung die Extreme der Gesichtsempfindung hervor. Dasz wir hier nicht die rothe Farbe durch den Zündkraftleiter, die blaue aber durch den Brennkraftleiter erregen, hat darin seinen natürlichen Grund, wie *Reinhold* bemerkt hat, dasz die Retina mit dem Leiter nicht in unmittelbare Berührung kommt, sondern nur durch Vermittlung der Flüssigkeiten im Auge. Der Augennerve ist daher eigentlich als Fortsetzung des entgegengesetzten Leiters anzusehen; folglich ist im Augennerven wirklich die überwiegende Brennkraft mit blauem, die überwiegende Zündkraft mit rothem Lichte begleitet. Die Umkehrung der Wirkung, welche wir bemerken, wenn man aus der Kette heraustritt, dasz z. B. nun ein alkalischer Geschmack auf den vorherigen sauren folgt, hat wahrscheinlich darin seinen Grund, dasz die Nerven in der Kette sich oxydiren oder hydrogeniren, und demnach bei dem Heraustreten neue Ketten bilden, worin der vorherige Leiter der Brennkraft, als nun oxydirt, die Rolle eines weniger brennbaren Körpers spielt, und der vormalige Leiter der Zündkraft, als nun hydrogenirt, die des brennbareren nimmt. Dasz nach *Ritters* Bemerkung fast alle Wirkungen auf den lebendigen Körper sich umkehren, wenn die Säule recht bedeutend verstärkt wird, lässt sich nicht leicht bestimmt erklären; im allgemeinen können wir aber bemerken, dasz eine solche Umkehrung darauf beruhen musz, dasz durch die stärkere Leitung nun schnelle und lebhaftere Verbindungen da vorgehen, wo es in weniger kräftigen Ketten bei den, mit höchst langsamen und schwachen Verbindungen verknüpften, Gegensätzen stehen blieb.

Noch müssen wir, ehe wir diesen Gegenstand verlassen, die Bemerkung machen, dasz die wohlbekannte Erfahrung, über die Erschöpfung der Reizbarkeit durch Vermehrung der Reize, sich auf eine auffallend leichte Weise mit unserer Ansicht der Dinge in Verbindung setzen lässt. Es beruht dieses nemlich auf dem weit allgemeineren Gesetz: je mehr eine Kraft in einem Körper das Uebergewicht erhält, um so grösser wird darin der Widerstand gegen Kraft derselben Art, und um so mehr wird auch schon die



entgegengesetzte, durch deren Anziehung eigentlich die Einwirkung der Kraft empfangen oder aufgenommen wird, überwältigt. Wir müssen deswegen aber auch Reize entgegengesetzter Art annehmen, ohne welche die Wiederherstellung der Reizbarkeit eigentlich nicht möglich seyn würde. So erklärt es sich z. B. hier leicht, wie man durch Ermüdung des Auges für eine oder zwei gegebene Farben, in allen weissen Gegenständen nur die rückständigen sieht; roth, wenn das Auge auf dem Grünen (Gelb und Blau) lange verweilt hat; gelbroth, wenn es an dem Blauen ermüdet ist u. s. w.

Diese Bemerkungen mögen nun hinreichen, um die allgemeine Verbreitung der Brennkraft und Zündkraft, auch in der organischen Natur, dem Chemiker vor Augen zu stellen. Der Physiolog wird in seiner ganzen Wissenschaft den Beleg hiezu finden.

---

#### BEMERKUNGEN UEBER DEN MAGNETISMUS

Um die Allgemeinheit der beiden von uns betrachteten Kräfte von allen Seiten zu bewähren, dürfen wir auch den Magnetismus nicht übergehen. Man ist von jeher geneigt gewesen, die Kräfte desselben mit den electricischen zu vergleichen. Die deutliche Erscheinung der anziehenden und abstosenden Kräfte in der Electricität und dem Magnetismus, und die vollkommene Gleichheit ihrer Gesetze, muszten nothwendig diese Vergleichung hervorbringen. Zwar fand man darin nichts, was der sogenannten Mittheilung der Electricität analog wäre, aber das, was man fand, liesz sich so vollkommen mit der Vertheilung vergleichen, dasz man kaum einen Unterschied anzugeben wuszte; nemlich wenn man die Wirkungen mit denen einer kürzlich entladenen Leidner Flasche, oder noch besser mit einer von seinen Belegungen entblöszten entladenen Ladungsscheibe vergleichen will. Durch eine solche ist auch nie eine Mittheilung, sondern blosz Vertheilung möglich. Auch bemerkt man, wenn die Scheibe aus mehreren dünnen Lamellen zusammengesetzt war, an jedem Blättchen eine electricische Kraftvertheilung, wie an jedem Bruchstück eines Magnets eine magnetische. Eine grosze Schwierigkeit scheint der Umstand darzustellen, dasz electricisirte und magnetisirte Körper, vermittelt ihres Zustandes, nicht auf einander anziehend und abstoszend wirken. Es würde

von dem höchsten Interesse seyn, diese Schwierigkeit vollkommen zu heben: da wir aber nach dem jetzigen Bestand der Thatsachen dazu keine Aussicht entdecken, so wollen wir uns begnügen darauf aufmerksam zu machen, dasz selbst die Reibungs- und Berührungselectricität schon in ihren Anziehungen und Abstosungen gegen einander ähnliche sehr auffallende Erscheinungen zeigen. So kann man z. B. leicht durch eine genäherte geriebene Glasstange die Abstosung einer electricen Säule ganz heben, und an ihrer Statt eine Anziehung oder entgegengesetzte Abstosung hervorbringen, und doch bleibt nicht bloß die chemische Wirkung ungestört, sondern auch eine lange Wasserstrecke, wie ein in die Kette mit eingeschlossener feuchter Faden, leidet noch innerlich dieselbe chemische Veränderung wie sonst, ungeachtet sie durch eine Vertheilung von auszen einen ganz entgegengesetzten electroscopischen Zustand erhalten hat. Es scheint also, dasz die Kräfte unter verschiedenen Wirkungsformen sich kreuzen oder entgegenkommen können, ohne einander zu stören. Die Wirkungsform in der Kette, oder die galvanische, steht zwischen der rein-electrischen und der magnetischen in der Mitte, indem die Kräfte in derselben weit mehr gebunden sind als in der ersten, und weit weniger als in der letzten. Es ist also nicht unwahrscheinlich, dasz auch die electricen Kräfte die magnetischen noch weit leichter ohne Störung kreuzen oder ihnen begegnen können. In der galvanischen Säule ist es eigentlich der electriche Zustand derselben als ganzer Körper, nicht als thätige electriche Kette, welche durch die Annäherung der geriebenen Glasstange verändert wird; so ist es in dem Magnetismus auch. Nicht die den Magnetismus ausmachende innere Vertheilung wird dadurch verändert, sondern der electriche Zustand, der dem magnetischen Körper bloß als Körper zukam. Wir gestehen aufrichtig, dasz die Sache hiemit noch bei weitem nicht erklärt ist; wir werden aber auch zufrieden seyn, wenn wir diese Schwierigkeit bloß als eine unverstandene, uns nicht widerstreitende Sache, zur weitem Untersuchung hinstellen können.

Die übrigen Aehnlichkeiten des Magnetismus mit der Electricität sind so grosz, dasz wir nur die scheinbaren Widersprüche wegzuräumen brauchten, um Gleichheit der Kräfte in beiden anzunehmen. Selbst der Umstand, dasz der Magnetismus des Stahls durch das Glühen verschwindet, gehört mit zu diesen Aehnlichkeiten; denn ist dieses wohl etwas anderes, als dasz er durchs Glü-



hen ein weit besserer Leiter wird, worin sich die entgegengesetzten Kräfte um so viel leichter vereinigen? Die Veränderung der Magnetnadel bei Gewittern ist noch ein Beispiel mehr für die Verwandtschaft beider. *Ritter* hat auch gefunden, dass magnetisirter Eisendrath an seinem Nordende weniger, an seinem Südende mehr oxydabel sey als Eisen, nur musz dazu Eisen oder weicher Stahl gebraucht werden, weil der härtere wegen seiner geringeren Leitung und der ihr entsprechenden geringeren Kraftmenge, weniger Wirkung hervorbringt, und zwar in umgekehrter Ordnung. Mit gleichen Bedingungen bewirkt man auch Zuckungen in einem präparirten Frosch, wenn man zwei entgegengesetzte Pole eines magnetisirten Eisendraths damit in Verbindung setzt, so dass eine Kreiswirkung gebildet werden kann. Die Dräthe müssen vermittelt starker Magnete magnetisirt seyn. Diese Versuche sind unter den Physikern noch einigermaßen streitig, sind aber doch so vielen geglückt, dass man nicht leicht eine Täuschung dabei annehmen kann. Schon vor zehn Jahren äuszerte *Ritter* die Vermuthung, dass die Nordlichter magnetischen Ursprungs wären. Jetzt hat ein dänischer Mathematiker, *Hansteen*, mit sehr wichtigen Gründen bewiesen, dass die Erde, so wie es *Halley* schon behauptete, vier Magnetpole habe. Er hat ihre Lage für verschiedene Zeiten bestimmt, und gefunden, dass die Polarlichter, deren Mittelpunkt er mit mehreren in den dunkeln Fleck (der vollständig zu beobachtenden) setzt, ganz mit diesen magnetischen Polen zusammenhängen. Man kann demnach alle die Funktionen, welche man in der Electricität aufzuweisen vermag, auch in dem Magnetismus darstellen: Anziehungen und Zurückstoszungen, chemische Differenz, Wirkung auf den lebendigen thierischen Körper, Lichthervorbringung. Zwar sind sie nicht alle mit gleicher Deutlichkeit nachgewiesen worden, aber die Aehnlichkeit ist doch unverkennbar. Die Entdeckung der neuern Zeiten, dass eigentlich alle Körper einigen Magnetismus anzunehmen fähig sind, dass also die magnetische Wirkungsform in allen Körpern vorkommen kann, nur in höchst verschiedenen Graden, verdiente noch weiter verfolgt zu werden. Zugleich sollte man versuchen, ob man nicht in einem von den Zuständen, worin die Electricität sehr gebunden vorkommt, einige Wirkung auf den Magnet als Magnet hervorbringen könne. Die Sache würde nicht ohne Schwierigkeit seyn, weil die Electricität auch auf den magnetischen Körper

wie auf unmagnetische wirken würde; vielleicht wäre es aber doch möglich, durch Vergleichung magnetischer und unmagnetischer Nadeln einige Auskunft hierüber zu bekommen.

---

#### ALLGEMEINE BETRACHTUNGEN UEBER DIE BEIDEN GRUNDKRAEFTE

In unsern bisherigen Untersuchungen hat es sich nun gezeigt, dasz die beiden Kräfte, welche wir erst unter den Namen der Brennkraft und Zündkraft aufstellten, über die ganze Natur verbreitet seyen, und dasz alle Wirkungen, welche wir bisher zu erforschen und unter Gesetze zu bringen im Stande gewesen, als verschiedene Wirkungsformen dieser Kräfte zu betrachten sind. Und nicht bloß in chemischer, sondern auch in mechanischer Rücksicht gilt dieses, indem wir ebenfalls einsehen, dasz selbst zur Erfüllung des Raumes nichts weiter als diese Kräfte nöthig sind.

Der Gedanke, dasz der Raum durch abstosende und anziehende Kräfte erfüllt wird, ist schon oft geäusert worden, nur mit verschiedenen Modificationen. Einige knüpften sie an Atomen, welche einander anziehen und abstoszen, andere stellten sich dieselben als frei über den ganzen Raum verbreitet vor. Jene theilen sich wieder in solche, welche diesen Atomen noch eine Ausdehnung geben, welche sie doch als auszerordentlich klein annehmen,<sup>1</sup> und solche,

---

<sup>1</sup> Priestley z. B. nennt es nicht unmöglich, dasz alle Materie, das ist, alle Atome des Weltalls in einer Nuszschale zusammen enthalten seyn könnten. Der Sprung von dieser Kleinheit der Ausdehnung zur gänzlichen Vernichtung derselben ist nicht grosz. Alle Naturforscher aber, welche die chemischen Erscheinungen nur mit einiger Aufmerksamkeit betrachtet haben, erkennen, dasz die Menge der Atomen auf jeden Fall in den Körpern sehr klein seyn müsse. Man denke sich z. B. Ammoniakgas und Kohlensäuregas, jedes unter einem Druck von nur einer Linie Quecksilber, also sehr verdünnt. Man stelle sich vor, dasz sie auf den gewöhnlichen Luftdruck reducirt werden, so ist schon der Raum, worauf die Atomen beschränkt worden, über 330mal kleiner geworden. Man denke sich endlich diese Stoffe chemisch vereinigt, so machen sie einen festen Körper ungefähr von dem specifischen Gewichte des Wassers. Hier haben wir also eine mehr als 25000malige Verdichtung, und doch wurde in beiden Fällen ein Raum erfüllt. Nichts hindert aber von einer noch größeren Verdünnung auszugehen. Auch sind wir überzeugt, dasz das kohlen saure Ammonium noch weit davon entfernt ist ein gefüllter Raum zu seyn. Noch weiter geht dieses, wenn man sich Oxygen und Hydrogen von ihrer höchstmöglichen Verdünnung als Gas, bis auf ihre grösste Zusammenziehung in Verbindung mit der Schwefelsäure denkt. Man wird leicht sehen, dasz ein Raum erfüllt seyn kann, ohne einen Hunderttausendtheil seines Volumens von Atomen zu enthalten, ja nicht einmal einen Milliontheil; und noch haben wir keine Grenze. Der, wie man etwa annähme, bei den Verdichtungen weggehende Wärmestoff kann nicht in Betracht kommen: denn da er fast nichts wiegt, so kann er auch nur ein sehr geringes Volumen von Atomen haben.



welche die Atomen für blosze mit anziehenden und abstosenden Kräften versehene Punkte halten. Auch theilen sie sich darin, dasz einige, wie *Knight*, annehmen, dasz gleichartige Atomen sich einander abstoszen, ungleichartige einander anziehen. Andere halten einige Atomen für abstoszend, andere für anziehend, und endlich geben noch andere den Atomen eine Kraft, welche in grösserer Entfernung anziehend, in sehr kleiner aber abstoszend wirke. Unter diesen kommt der unsrigen die *Knightsche* Ansicht am nächsten, welche annimmt, dasz es zwei Arten von Atomen gebe, ohne Ausdehnung und so beschaffen, dasz die von gleicher Art einander abstoszen, die von ungleicher aber einander anziehen. Wir wollen hier keine Kritik dieser verschiedenen Systeme versuchen. Das atomistische System im Allgemeinen ist in Deutschland schon längst einer hinlänglich scharfen Kritik unterworfen worden, wovon auch Anwendung auf ihre Arten gemacht werden kann. Gegen die *Knightsche* Vorstellungsart lassen sich doch nicht die Einwendungen wegen der begrenzten Theilbarkeit der Materie machen, sondern nur das, was man einer atomistischen Ansicht im Allgemeinen entgegenstellen kann, dasz sie den vergeblichen Versuch macht aus den Theilen das Ganze zu erklären, wovon doch *Knight* freier war, als irgend ein anderer Atomistiker.<sup>1</sup> In seinen Resultaten aber nähert er sich, wie gesagt, dem, was wir durch Erfahrung gefunden, ausserordentlich.

In der dynamischen Ansicht, in so weit man davon einige Anwendung auf die experimentalen Wissenschaften gemacht hat, nimmt man eine eigne zurückstoszende oder ausdehnende, und eine andre anziehende oder zusammenziehende Kraft an. Wir haben dagegen durch unsere Ueberschauung der Erfahrung zwar auch zwei Kräfte gefunden, aber wir haben zugleich gefunden, dasz jede für sich erweiternd und zurückstoszend ist, beide aber in Bezug auf einander anziehend sind. Auch scheint es, wenn wir die Sache genauer betrachten, nicht anders seyn zu können; denn indem wir uns eine Kraft vorstellen, müssen wir uns auch ein Herausstreben aus sich selbst dabei denken, welche im Raume nur als Ausdehnung dargestellt werden kann. Eine rein zusammen-

---

<sup>1</sup> Das Werk von *Knight* ist selten. Es führt den Titel: *Attempt to demonstrate, that all the phenomena in nature may be explained by two simple principles, attraction and repulsion.* Lond. 1748, und nähert sich selbst in dem Allgemeinern durch seine Erhebung zu dem höchsten Ursprung der Dinge sehr der Naturphilosophie unserer Tage.

ziehende, oder rein anziehende Kraft wäre also nicht möglich, sondern müsste immer als Product zweier anderer betrachtet werden können. Man könnte zwar hierauf antworten, dass man den Kräften keine solche abgesonderte Selbstständigkeit beilegen dürfe, sondern man müsse sie immer beide zugleich im Raume denken, man müsse überhaupt die anziehende Kraft ursprünglich als eine zusammenziehende betrachten, und so z. B. die Anziehung der Weltkörper nur als eine Erscheinung der zusammenziehenden Kraft im Weltall betrachten; aber wie sehr man sich immer die Kräfte als unzertrennlich denken mag, wenn man sie auch nur als zwei entgegengesetzte Ansichten der einzigen, raumerfüllenden Thätigkeit betrachtet, so muss der Gedanke sie doch als zwei Thätigkeiten unterscheiden, und jede für sich auffassen können, dann kommt aber dieselbe Schwierigkeit in der Vorstellung wieder, welche wir vorher in der Existenz zu finden glaubten. Will man dieser entgehen, so muss man die Ausdehnungskraft ursprünglicher, die Anziehungskraft als abhängig annehmen. In der Ausdehnungskraft selbst könnte aber der Grund der Anziehung nicht liegen; es müsste also etwas Anderes da seyn, welches die Zusammenziehung bestimme, und so wären wir auf unsre erste Ansicht von zwei, jede für sich denkbaren, Kräften wieder zurückgebracht.

Bei unserer Ansicht aber entsteht nun die Frage, wie denn diese beiden Kräfte verschieden sind, da wir ihre Verschiedenheit doch nicht bloß in die Richtung ihrer Thätigkeit setzen können? Ungeachtet dieses schon über das Gebiet hinaus liegt, auf dem sich unsre Untersuchung sonst bewegt, wollen wir doch eine Beantwortung versuchen. Uns aber wohl bewusst, wie schwer es ist, sich in dieser Sache nicht zu irren, bitten wir diese Beantwortung selbst nur als eine näher bestimmte Frage zu betrachten, welche vielleicht eine wirkliche Beantwortung veranlassen könnte. — Man stelle sich den ganzen Raum von einer Urkraft durchdrungen vor, wovon unsre beiden Kräfte nur verschiedene Wirkungsformen seyn sollen. In jeder Kraft, jeder Thätigkeit, ist ein Streben aus sich selbst hinaus in allen Richtungen, und hier muss diese sich in jedem Punkte des Raumes äuszern, damit er erfüllt werde. Dieses Streben von einem Punkte aus in allen Richtungen, können wir die strahlende Thätigkeit nennen, wobei wir natürlich nicht an abgesonderte Strahlen zu denken haben. Wir wollen sie auch



die positive nennen, und die entgegengesetzte die negative, uns auf die hierin erlaubte mathematische Willkührlichkeit berufend, obgleich auch die unmittelbare Anschauung für diese Wahl spricht. Aber der strahlende Punkt erleidet auch eine Einwirkung von allen übrigen umliegenden Punkten; gegen diese verhält er sich als zurückwirkend, und zwar gegen alle gleichweit entfernte Punkte gleich stark. In so fern würde also die Kraft als concentrische ins unendliche in einander laufende Grenzen bildend wirken. Dieses wäre die Form der negativen Kraft. In so weit nun die Thätigkeit eines Punktes bloß in ihm selbst gesetzt ist, in so weit nennen wir sie positiv; in so weit sie aber durch andere gesetzt ist, ist sie negativ. Sind diese Thätigkeitsformen aber nun die ursprünglichsten im Raume, so werden sie auch allen andern zum Grunde liegen, selbst aber nie verlöschen. Wenn wir nun irgend eine Entzweiung der Kräfte in Beziehung auf den gesammten Raum voraussetzen wollen, eine Voraussetzung, welche eine jede Naturphilosophie machen und rechtfertigen muß, so wird auch die Vertheilung der Selbstbestimmung und des Bestimmteyns ungleich und so die Heterogenität der Materie erklärlich werden. Wenn wir einer sehr merkwürdigen, aber doch vielleicht täuschenden Anzeige folgen wollten, so würden wir glauben, daß die strahlende Thätigkeit in der Brennkraft und in der positiven Electricität herrschend sey, die entgegengesetzte aber in der Zündkraft und der negativen Electricität sich äuszere. Dieses ist unsere Ansicht von einer Sache, worin wir kaum hoffen dürfen mehr gethan zu haben, als die Zahl der Untersuchungsrichtungen auf eine nicht unnütze Weise vermehrt zu haben.

Mehrere Chemiker scheinen der Meinung zu seyn, daß man alle Verschiedenheit der Materie aus der verschiedenen Intensität der Raumerfüllung, und aus den ungleichen Proportionen der Kräfte erklären könne. Hiemit verbindet man die Lehre, daß die chemische Verbindung bloß darin bestehe, daß die vereinigten Stoffe zusammen den Raum mit Continuität erfüllen, und eigentlich liegt sie schon in der vorhergehenden Annahme. Wenn aber kein andrer Unterschied da wäre, so müßten alle Körper sich in allen möglichen Proportionen mit einander verbinden können. Es wird sich kaum ein Wort gegen diese Folgerung sagen lassen; denn wer die Ursache, warum es nicht so ist, in Ungleichheit des Festen und Flüssigen oder dergl. suchen will, der müßte zuerst zeigen, wie

nur Festigkeit möglich sey, so lange man bei diesem Dichtigkeits- und Proportionsunterschiede stehen bleibt; nicht zu gedenken, dasz das Beispiel mehrerer Verbindungen zwischen festen, tropfbarflüssigen und luftförmigen Körpern hinreichend beweiset, dasz es nicht diese Formverschiedenheit ist, welche die Vereinigungen hindert. Nach dieser Annahme müszte auch in jedem Körper die Anlage zu einer jeden Polarität leicht zur Wirksamkeit hervorgerufen werden können: denn in keiner Verbindung könnte man sagen, dasz zwei oder mehrere ungleichartige Stoffe verbunden wären, sondern man hätte nur eine bestimmte Kraftproportion, in der ja eine jede Vertheilung gleiche Möglichkeit hat. Die Erfahrung aber zeigt durchaus das Gegentheil. Man kann sogar aus denselben Grundstoffen ganz ungleichartige Zusammensetzungen bilden, und diese nur auf gegebene Weise trennen. So z. B. kann man leicht eine Verbindung des Ammonium mit Wasser bereiten, welche dieselben Grundbestandtheile und Proportionen der Grundbestandtheile hat, wie eine gegebene verdünnte Salpetersäure; man wird aber durch dieselben Verfahrungsarten ganz andre Educte aus der einen dieser Verbindungen als aus der andern erhalten. Man musz also gestehen, dasz die Körper in ihren Verbindungen mit andern ihre eigenthümliche Wirkungsform behalten, und dasz also die einförmige Erfüllung des Raums mit Kräften nicht hinreicht.

Sobald man aber zwei solche Grundkräfte, wie wir, angenommen hat, so folgt auch gleich, dasz ein jedes Uebergewicht seine Wirkung durch Anziehung der entgegengesetzten Kraft und Abstoszung der gleichartigen äuszert. In so weit die Fortpflanzung dieser Wirkung Widerstand findet, wird auch eine mehr oder weniger bleibende innere Differenz entstehen, ja wir haben gesehen, dasz diese auch beständig werden kann. Wegen der allgemeinen Wechselwirkung aller Körper, wird keiner dieser Kraftvertheilung entgehen, sondern in jedem werden, wenn auch den Sinnen unmerkbar, Punkte entgegengesetzter Thätigkeit mit ihrem Gleichgewichtspunkte unterschieden seyn: denn die Gegensätze ins Unendliche zusammenfließen zu lassen, ist nichts, als sie wieder aufzuheben. Dagegen können in jedem Gegensatze neue Gegensätze, in diesen abermals neue und so weiter gedacht werden; und hier scheint es nicht nothwendig, Grenzen zu setzen. Diese verschiedene Tiefe der Gegensätze dürfte uns vielleicht die beste Erklärung einiger ungleichen Verbindungsgrade an die Hand



geben. Wenn z. B. Hydrogengas und Oxygengas als Luftarten sich verbinden, so müsste dieses vermittelt weniger tief eingreifender Gegensätze geschehen; wenn sie dagegen durch Glühen beide bessere Leiter werden, oder ein plötzlicher Druck eine innere Bewegung hervorbringt, so vereinigen sie sich durch das Ineinandergreifen tieferer Gegensätze, und so entsteht Wasser.

Aber diese ganze Rede von den Kraftvertheilungen giebt noch eine gar zu dürftige Vorstellung von der innern Mannichfaltigkeit der Stoffe, wenn man dabei nicht den Blick auf das Ganze richtet. Immer musz man im Auge behalten, dasz alle diese Gegensätze nur durch die Entwicklung des Ganzen bestehen, und durch die ununterbrochene Wechselwirkung mit ihm unterhalten werden. Man musz sich dieses innere Verschiedenmachen der Stoffe als ein Organisiren derselben denken. Und so wie wir den innern Bau einer Pflanze nur sehr ärmlich angegeben hätten, wenn wir sagten, sie bestehe aus Gefäzen, die wieder andre feinere enthalten, und so weiter fort, so weit die künstlichste Zerlegung reicht; so haben wir auch durch jene Hinweisung auf die innern Gegensätze nur noch in der allerdürftigsten Allgemeinheit von der dynamischen Organisation der Körper gesprochen. Es mag aber dieses doch als Anfang zu einer weitergehenden Untersuchung dienen. In diesem Sinn setzen wir noch einige Bemerkungen über den Unterschied der Körper her. Aus dem Vorhergehenden erhellt, dasz die Körper verschieden seyn können durch die Intensität, womit die Kräfte den Raum erfüllen, durch das Uebergewicht einer der Kräfte, und durch die Wirkungsform derselben. In dieser letzten liegt immer die Grundverschiedenheit der Stoffe. In der ersten unsrer Körperreihen, der der Unverbrannten, zeigt sich die einfachste in unsrer Erfahrung wahrgenommene Wirkungsform. Daher scheint auch die in ihnen so oft vorkommende Geschmeidigkeit und Leitungsfähigkeit zu rühren. In der zweiten Reihe ist eine deutlich grözere Zusammengesetztheit der Thätigkeitsformen. Alle Gegensätze, welche sich in den Körpern der ersten Klasse finden, sind da noch mit neuen verbunden. In der dritten, den Salzen, sind die Gegensätze der beiden vorigen wieder mit neuen vergesellschaftet. Dasz wirklich in der dritten Klasse die Gegensätze der ersten noch liegen, sieht man daraus, dasz man sie durch kräftige Wirkungsmittel in denselben wieder hervorrufen kann, z. B. durch ein brennbareres Metall ein weniger brennbares aus

einem Salze. Es giebt aber unläugbar eine oder mehrere noch höhere Stufen der Einfachheit der Wirkungsformen, als die in der Metallreihe. Erst wenn die Natur dieser durch irgend eine Untersuchung der Grundkräfte erforscht wäre, würde man eine ganz wissenschaftliche Chemie haben. Vielleicht wird aber die experimentale Untersuchung durch die Entdeckung der Bestandtheile der Metalle, und vielleicht durch noch mehrere Entdeckungen vieles erst vorarbeiten müssen; denn durch die Winke der Natur wird der Geist doch nur veranlaszt, aus sich zu entwickeln, was in ihm liegt.

Durch Differenzen der Kräfte sind verschieden die brennbareren Körper von den weniger brennbaren oder mehr zündungfördernden, die stärkeren Alkalien von den schwächeren und von den Säuren u. s. w. Die Eigenthümlichkeit eines jeden Alkali oder einer jeden Säure wird bestimmt durch die Gegensätze in den Stoffen erster Reihe, und durch die Innigkeit der Verbindung, welche, eben sowohl wie das Mengenverhältnisz der Bestandtheile, bei denselben Stoffen ungleich seyn kann. Die Eigenthümlichkeit der Stoffe erster Reihe steht sicher in einem gleichen Verhältnisz zu einer noch höheren. Und so musz es ferner noch fortgehen, bis wir auf eine Reihe stossen, worin wir das einfache Gesetz des ersten Auseinandergehens der Kräfte finden.

Wo wir verschiedene Intensitäten der Raumerfüllung für sich allein als Verschiedenheit entdecken, wie z. B. in ungleich zusammengedrückter Luft, in Körpern ungleicher Wärme, da erkennen wir keine Verschiedenheit der Stoffe an; mit den andern Verschiedenheiten aber verbunden, können sie natürlicherweise grözere Ungleichartigkeit begründen helfen.

Man wird finden, dasz sich unsre Ansicht in gewisser Rücksicht der atomistischen nähert; wir werden aber dieses nicht als einen Vorwurf nehmen, da ja auch jene dazu gedient hat, tiefblickenden Männern die Naturverhältnisse darzustellen, von einer Seite betrachtet also wohl etwas Wahres enthalten musz. Der innere Unterschied der Atomistik von der Dynamik bleibt aber immer, dasz jene aus den schon zuvor fertigen Theilen das Ganze zusammensetzen will, diese aber sich das Ganze mit seinen Theilen als verschiedene Formen einer Urkraft entwickeln läszt. Doch nur auf der Grenze der Wissenschaft wird dieser Unterschied deutlich; denn in jeder Naturuntersuchung, welche nicht rein



speculativ ist, fängt man mit den schon fertig dastehenden Gegenständen an, betrachtet ihre Wirkungen, und spürt den Gesetzen nach, durch welche die Wirkung bestimmt wird. Aus den besondern Gesetzen sucht man wieder allgemeinere zu bilden, und so weiter. In diesem Sinne ist die Naturuntersuchung in den letzten Jahrhunderten getrieben, und in diesem haben wir auch die ganze vorhergehende Untersuchung geführt. Es ist also keine Frage von den letzten Gründen, vor dem Schlusze der Untersuchung. Eine andre Frage aber ist es, in wie weit eine höhere Einsicht als leitende Idee dienen, oder eine falsche Metaphysik irre leiten kann. So ist es z. B. unläugbar, dass die reine Atomistik, wo alles nur aus Grösze, Form und Bewegung der Atome erklärt werden sollte, einen beschränkenden und irreleitenden Einfluss auf die Naturwissenschaft gehabt hat. Seitdem aber diese bloss mechanische Vorstellungsart der Anschauung der chemischen Thätigkeit hat weichen müssen, wird die Annahme der reinen Dynamik oder einer dynamischen Atomistik keine grosse Verschiedenheit in der Beurtheilung der Thatsachen, oder der Aufstellung der Naturgesetze hervorbringen. Das was alle wahre Naturforscher mit einander gemein haben, ist die Ueberzeugung von der Gesetzmässigkeit der Natur, und dass diese nicht anders als mit der Vernunft übereinstimmen könne. Diese Erkenntnis ist von groszen Folgen. Ein klarerer Ueberblick fügt bald hinzu, dass es in der Natur kein todttes starres Seyn giebt, sondern dass ein jedes Ding nur als Product einer Entwicklung da ist, dass diese Entwicklung nach Gesetzen geschehe, und dass also jedes Ding sein Wesen hat durch die Gesammtheit der Gesetze, oder die Einheit der Gesetze, das höhere Gesetz, wonach es hervorgebracht worden. Aber ein jedes Ding ist wiederum als thätiges Organ eines noch mehr umfassenden Ganzen zu betrachten, welches abermals einem höheren Ganzen angehört, so dass nur das grosse All die Grenze dieser Progression macht. Und so wäre denn das Universum selbst als die Gesammtheit der Entwicklungen anzusehen, und sein Gesetz wäre die Einheit aller übrigen Gesetze. Das was aber endlich der Naturforschung ihren höchsten Sinn giebt, ist die klare Einsicht, dass die Naturgesetze gleich sind den Vernunftgesetzen, in ihrer Anwendung also gleich Gedanken; die Gesammtheit der Gesetze eines Dinges, als dessen Wesen betrachtet, also eine Naturidee, und das Gesetz oder das Wesen des Weltalls der Inbegriff aller Ideen, gleich

der absoluten Vernunft. Und so sehen wir die ganze Natur, als Erscheinung einer unendlichen Kraft und einer unendlichen Vernunft in einem vereinigt, als Offenbarung Gottes.

Dieses zu beschauen, darein setzen wir nun das höchste der Naturwissenschaft, und meinen, dasz eine ins Dynamische übergehende Atomistik die Erreichung dieser Ansicht nicht wesentlich hindere, noch den Sinn und Geist der Naturforschung verändere, sondern nur in dem äussersten Vereinigungspunkte des Systems mit der Speculation verwirrend seyn könne, also nur für die, welche diese Vereinigung versuchen. Wir möchten aber glauben, dasz für den, der dies thäte, das System selbst sich verändern würde. Noch zuversichtlicher können wir behaupten, dasz ein in seiner bestimmteren Darstellung sich der Atomistik näherndes dynamisches System, wenn es auch irrig seyn sollte, — das heiszt: den Zusammenhang der höchsten in der Erfahrung vorgefundenen Gesetze mit den Urformen des Seyns nicht richtig darstellte, zwar, wie ein jeder andrer Irrthum, deren wir vielen unterworfen sind, das grosze Bild der Wahrheit in einigem trüben, den wahren Sinn aber, wir möchten sagen, die Religion der Naturwissenschaft, auf keine Weise aufheben würde.

---

#### ALLGEMEINE BETRACHTUNGEN UEBER DEN ZUSTAND DER CHEMISCHEN NATURLEHRE

Durch die Erweiterung, welche die Chemie vermöge der neueren Entdeckungen erhalten hat, wird auch die Bestimmung ihres Inhalts, ihrer Grenzen und ihres Zusammenhanges mit andern Wissenschaften in manchen Stücken sehr erleichtert. So lange man die Chemie blosz als eine Lehre von den Bestandtheilen der Körper betrachtete, muszte man sie immer durch die Besonderheit ihres Gehalts von der allgemeinen Naturlehre sehr scharf abgrenzen. Es blieb auch ungewisz, ob man die Lehre von der Wärme, dem Lichte, der Electricität u. s. w. darin aufnehmen sollte oder nicht, je nachdem man ihnen nemlich eine abgesonderte materielle Ursache zuschreiben, oder eine solche läugnen wollte. Man sah sich sogar zu der Inconsequenz genöthigt, die Wärme immer in der Chemie abzuhandeln, die Electricität und



den Magnetismus aber, selbst wenn man eine materielle Ursache derselben annahm, davon auszuschlieszen, wiewohl es nicht zu bestreiten ist, dasz die Verbindungen und Trennungen einer electrischen oder magnetischen Materie, nach den Definitionen, eben sowohl zur Chemie gehören muszten, als die aller anderen Stoffe. Jetzt, da wir nicht bloß den innigen Zusammenhang der electrischen Wirkung mit den chemischen in so vielen Thatsachen sehen, sondern sogar von der Identität derselben überzeugt sind, werden wir über den Inhalt der Wissenschaft von dieser Seite betrachtet nicht ungewisz seyn. Damit wir aber nicht willkührlich zu verfahren scheinen möchten, wollen wir höher anfangen. Offenbar theilt sich alle Wissenschaft, welche wir von der Natur auf dem Wege der Erfahrung erhalten können, zuerst in zwei grosze Abschnitte, einen, welcher beschreibt, wie die Gegenstände sind, einen andern, welcher uns lehrt, wie die Körper auf einander wirken oder sich verändern. Jener ist die Naturbeschreibung, dieser die Naturlehre. Erkennen, wie die Körper wirken oder sich verändern, ist mit andern Worten, die Gesetze, wonach dieses geschieht, erkennen. Die Naturlehre ist also die Wissenschaft von den Gesetzen der Natur. Die Gesetze nun, welche wir an allen Körpern darthun können, nennen wir allgemeine, die, welche nur in einem gewissen geschlossenen Ganzen, wie in dem groszen Bewegungssystem der Weltkörper, in der Entwicklung des Erdkörpers, in dem belebten Körper, Statt finden, nennen wir besondere. Von den allgemeinen Gesetzen handelt die Wissenschaft, welche wir Physik zu nennen pflegen, und nunmehr auch allgemeine Naturlehre nennen könnten. Da wir alles Wirken durch das Bewirkte erkennen, so können wir auch die allgemeine Naturlehre nach den möglichen Veränderungen eintheilen. Diese sind entweder bloß äuszere oder innere. Die rein äuszere Veränderung ist nichts als Veränderung der Lage gegen andre Körper, das ist die Bewegung. Eine rein innere Veränderung, musz eine Veränderung der Eigenschaften der Dinge seyn. Da diese Eigenschaften nie anders, als durch ihre Wirkung erkannt werden, so sind sie als wirkende Eigenschaften auch Kräfte zu nennen. Bewegungslehre und Kraftlehre sind also die beiden Bestandtheile der Naturlehre, wozu man noch einen, bisher aber noch nicht abgesonderten, fügen könnte, worin sich beide vereinigen. Die Kraftlehre ist ganz dasselbe, was wir

nach unserer erweiterten Ansicht Chemie nennen müssen. Bisher glaubte man die Chemie zu der besondern Naturlehre rechnen zu müssen, doch so, dasz man sie auch in das Lehrgebäude, welches wir nun allgemeine Naturlehre nennen, aufnahm. Man glaubte dieses thun zu müssen, weil die Chemie von Stoffen, also von etwas besonderem, handelte. Jetzt aber wissen wir, dasz die Chemie von Kräften handelt, welche eben so allgemein sind, wie die Bewegung, und also mit vollkommenem Rechte der allgemeinen Naturlehre einverleibt wird.

Es ist erfreulich zu sehen, wie sich die Chemie nach und nach zu einer solchen Allgemeinheit der Gesetze erhoben hat, und wie das treue Streben so vieler Forscher, obgleich es sich oft in entgegengesetzte Richtungen verbreitete, am Ende doch, wie durch ein höheres Gesetz (die allgemeine Harmonie der Vernunft) geleitet, in einem Brennpunkt, in einer Einheit zusammentrifft. Leider war es von jeher Sitte, wenn von Bildung einer neuen Theorie die Rede war, nur auf die Fehler unserer Lehrer, der Vorfahren, aufmerksam zu machen, ohne an ihre Verdienste und ihren wahren wissenschaftlichen Besitz zu denken. Die nothwendige Folge hiervon war, dasz wenn wir uns auch über die neue Wahrheit freuten, wir doch auch auf der andern Seite uns eines gewissen Miszmuths nicht erwehren konnten, wenn wir daran dachten, dasz so viele auf einander folgende Geschlechter, wie es schien, nichts gethan hatten als irren, wir also auch kein anderes Loos erwarten könnten. Es ist auch bekannt genug, dasz nicht wenige edle, wenn auch nicht kraftvolle Freunde der Wissenschaft, durch diesen Miszmuth überwältiget, an allem Wissen verzweifelt haben. Diese sich selbst auf alle Weise so sehr bestrafende Undankbarkeit gegen die Vorfahren scheint von einer unrichtigen Vorstellung von dem Zweck der Wissenschaft herzurühren, indem man meinte, dieser sey wesentlich die Ursachen der Erscheinungen zu entdecken, nicht ihre Gesetze. Zwar ist dieses in der Durchdringung zum letzten Punkt eins, in dem Entwicklungsgange aber nicht. So hat man es zum Beispiel mit sehr groszem Eifer untersucht, ob man einen Wärmestoff annehmen müsse oder nicht, zu einer Zeit, oder doch in einem Zusammenhang, wo es noch nicht möglich war es zu entscheiden. Die vollständige Uebersicht der Gesetze aber, wonach die Wärme unter den verschiedensten Umständen hervorgebracht wird, zeigt uns nun, was wir davon zu halten haben. Die Gesetze,



wonach die Wärme wirkt, haben die Anhänger des Wärmestoffs zum Theil sehr wohl gekannt, und in so weit sich des Besitzes mancher schönen vielumfassenden Wahrheit zu erfreuen gehabt. Eben so in der Electricitätslehre. Noch jüngst hat ein sonst nicht unberühmter Naturforscher geäusert, wenn man nicht mit *Franklin* nur eine electrische Materie annehmen wollte, so würde man ihm sein wesentlichstes Verdienst um die Electricitätslehre absprechen. Dieses ist eine ganz unrichtige Ansicht der Sache. Nicht das Kunststück, eine solche Materie zu erdichten, erforderte das Genie eines *Franklins*, oder macht das Wesen seiner Theorie aus, sondern das grosze Gesetz des Gegensatzes, mit allem was daraus flieszt; und es wäre widersinnig irgend einen Erfinder einer zweiten Materie, oder Vernichter beider ihm an die Seite zu setzen, wenn er nicht sonst eben so wichtige Naturgesetze entdeckte. Eben so verhält es sich mit der chemischen Theorie. Es ist ein eben so lächerliches als ärgerliches Schauspiel, die Verachtung zu sehen, womit mehrere chemische Schriftsteller von der phlogistischen Periode sprechen, und derselben kaum ein andres Verdienst zugestehen wollen, als Thatsachen für den erklärenden Scharfsinn der Antiphlogistiker angehäuft zu haben. Wenn man das Phlogiston wegläugnet, so hat man zwar scheinbar der ganzen phlogistischen Theorie entsagt, im Grunde bleibt aber das Wesentlichste doch noch übrig. Das grosze Verdienst, in der Verbrennung den Mittelpunkt chemischer Wirkungen gesehen zu haben, gehört den Erfindern dieses Systems. Zwar weiset ein gewisses Naturgefühl ihr schon diese Stelle an, indem wir auf der einen Seite das Feuer mit der gröszten Kraft auflösend und zerstörend auf die ihm ausgesetzten Körper wirken, auf der andern aber belebend Licht und Wärme um sich herum verbreiten sehen; so dasz es zugleich die Grundkräfte des Lebens und der Zerstörung aus sich entwickelt. Aber dieses war nicht genug: man muszte auch sehen wie eine, in ihren Folgen der Verbrennung vollkommen gleiche Wirkung, ohne eine äuszere Flamme, sich durch die ganze Natur verbreitet. Es gehört gewisz ein Geist von nicht geringer Durchdringungskraft und Kühnheit dazu, um die Verbrennung da wiederzuerkennen, wo jene gewohnten sämmtlichen Kennzeichen, das Licht und die Wärme, fehlten. Die Verbrennung aber nicht zu verkennen, wenn sie gegen alle Vorstellung des täglichen Lebens langsam und ohne sinnliche Wärme in einem Flüssigen vorgeht,

die bestimmte Aehnlichkeit des Athmens mit der Verbrennung zu entdecken: dazu gehören wahrlich die vorbereitenden Untersuchungen von mehreren Menschenaltern. Diese schöne Entdeckung, dasz nemlich alle Körper in einem für alle übrige Wirkungen entscheidenden Bezug auf die Verbrennung stehen, macht die Grundlage des phlogistischen Systems aus. Man setzte nun das Hauptgesetz fest, dasz die Körper, dadurch dasz sie verbrennen, ihre Brennbarkeit verlieren, dasz aber ein verbrannter Körper durch einen noch brennbareren in den Zustand der Brennbarkeit wiederhergestellt werden könne. Die Verbrennung und Wiederherstellung erkannten also die Phlogistiker sehr deutlich als zwei entgegengesetzte allgemeine Processe der Natur, und sahen ihre Wichtigkeit ein. Auch war es ihnen nicht unbekannt, dasz viele Körper durch den Verlust ihrer Brennbarkeit in Säuren übergehen, und dasz es hierbei sehr auf die Grösze des Verlustes von Brennbarkeit ankomme. Sie erkannten also dieselbe Hälfte des Gesetzes für die Veränderung der Körper durch Verbrennung, welche die Antiphlogistiker kennen, und in gewisser Rücksicht noch lebendiger. Also nicht die Ersinnung des Phlogistons, als einer Ursache der Verbrennung, sondern die Entdeckung eines Theils der Verbrennungsgesetze macht das Wesen des phlogistischen Systems aus.

Diese Gerechtigkeit gegen die Phlogistiker lässt den Antiphlogistikern noch immer ihr wahres Verdienst übrig. Die Gesetze der Verbrennung waren nicht genau genug bekannt, so lange man ein materielles Princip der Brennbarkeit annahm, indem daraus folgte, dasz man die Verbrennung für eine Zerlegung hielt, da doch das deutlich materielle darin eine Verbindung ist. Unläugbar war es von der äussersten Wichtigkeit dieses zu erkennen. *Lavoisier* lehrte es uns, und brachte dadurch Licht in viele höchst verwickelte Erscheinungen. Die Entdeckung der Zusammensetzung des Wassers, der Salpetersäure, des Ammoniaks sind Folgen jener Grundentdeckung. Besonders aber lernten wir durch die Kenntniz des Wassers eine tief eingreifende Gesetzmässigkeit in unzähligen Erscheinungen theils der anorganischen, vorzüglich aber der organischen Natur, richtiger beurtheilen. Verloren ging hingegen eine gewisse Lebendigkeit in der Anschauung der Verbrennung, welche man den Phlogistikern nicht absprechen kann. Man sieht deutlich, dasz das antiphlogistische System eine Fortsetzung des



phlogistischen ist, aber, mit Rücksicht auf die bestimmtere Darstellung, in der entgegengesetzten Richtung. In dem einen hat man die Aufmerksamkeit besonders auf die Bedingungen der Verbrennung von Seiten des brennbaren Körpers, in dem andern auf die von Seiten des zündungsfördernden gerichtet, und jedes derselben hat so seine Einseitigkeit, wie sein Verdienst.

Die neueren Entdeckungen haben uns gelehrt, das gute von beiden zu vereinigen. Wir betrachten nicht die Brennbarkeit als eine leere Capacität für einen zündungsfördernden Stoff, noch die zündungsfördernde Eigenschaft, als eine blosze Capacität für einen Brennstoff, sondern wir sehen in jeder eine immer thätige Kraft, beide von gleicher Würde. Wir haben aber den Mittelpunkt unserer Betrachtung noch reiner auffassen können, als jene, indem wir die chemischen Kräfte im freien Zustande erkannt haben. Die reine Verbrennung ist eigentlich die, wo Brennkraft und Zündkraft sich unmittelbar vereinigen, wo, um in unserer Ansicht zu bleiben, Brennkraft vermittelst Zündkraft verbrennt. Es wird dem Philosophen nicht uninteressant seyn zu bemerken, dasz diese Vereinigung der Kräfte, wenn sie durchaus ungestört geschieht, ohne allen sinnlichen Erfolg da seyn musz, und so dieser Act nur in so weit, wie er gestört oder gebrochen wird, den Sinnen erscheint. In jener reinen Vereinigung der Kräfte ist also Licht, Wärme, Verbrennung, aber in einer unsern Sinnen unzugänglichen Durchsichtigkeit und Ungetrenntheit. Das Insichseyn ist hier die eigentliche Form des Lichts. Das wechselseitige Ineingreifen ist die Form der Wärme, das Identificiren der Thätigkeiten die der Verbrennung. Wir überlassen aber diese Untersuchung den Philosophen. Sie haben schon in unseren Tagen mit Eifer versucht, die Urformen des Seyns und Lebens mit den Erscheinungen zu vergleichen. Eine bessere Anordnung der Erfahrungen wird ihnen dieses grosze Unternehmen hoffentlich erleichtern. Wir aber kehren zu unserm eigentlichen Gegenstand zurück. Von der, wie wir es nannten, reinen Verbrennung, oder der Vereinigung der Kräfte, unter Entwicklung von Licht und Wärme, bringen wir die Kenntniz der Hauptfunktion der Verbrennung im allgemeinen mit; des Lichts nemlich, als Vereinigung der Kräfte, der Wärme, als ihres Wechselkampfes, und der Verzehrung der in die Verbrennung eingehenden Körper, als der Aufhebung der Kräfte durch die Vereinigung. In der körperlichen

Verbrennung haben wir dieses alles schon gesehen, wiewohl wir die Verbrennung nicht besonders abgehandelt haben; weil aber die ganze Theorie der Chemie als eine Theorie der Verbrennung in allen ihren Folgen und Potenzen betrachtet werden kann, so giebt also erst die ganz durchgeführte Theorie die Erklärung dieser Erscheinung. Um aber nichts, was zur Aufklärung unserer Lehre dienen könnte, zu übergehen, wollen wir hier noch die Reihe der Erscheinungen, als zu einer Verbrennungstheorie gehörig, durchlaufen, und dabei auf die schon gegebenen Erklärungen zurückweisen.

Zu einer Verbrennung in der Luft ist eine vorläufige Erwärmung nöthig. Wir haben gesehen, dass der allgemeine Grund hiezu in der durch die Wärme vermehrten Leitung liegt. In guten Leitern, wie in oxygenhaltigen Flüssigkeiten, ist daher diese Vorbereitung nicht überall nothwendig.

Bisher sagte man: die Verbrennung kann in keiner Luft vorgehen, worin nicht Oxygen ist. Wir drücken die Bedingungen des Verbrennens weit allgemeiner aus, wenn wir sagen, dass dazu ein Körper mit überwiegender, chemisch freier Brennkraft, und ein anderer mit eben solcher Zündkraft gehört.

Die Entwicklung der Wärme und des Lichtes bei dem Verbrennen haben wir weitläufig dargestellt, und ihren nothwendigen Zusammenhang mit der Natur der brennbaren und zündungsfördernden Körper gezeigt, ohne irgend eine neue unerwiesene Annahme, wie die eines den Körpern inwohnenden Licht- oder Wärmestoffes, zu bedürfen. Warum bei manchen Verbrennungen kein Licht erscheint, warum bei einigen andern keine merkbare Wärme sich entwickelt, haben wir nicht schwer gefunden aus unsrer Grundansicht abzuleiten. Endlich ergaben sich auch daraus leicht die verschiedenen Farben und Eigenheiten der Flamme. In diesen letzten Punkten leisteten bekanntlich die beiden älteren Theorien wenig oder nichts.

Ein Körper verliert durch die Verbrennung seine Brennbarkeit, die Luft worin die Verbrennung vorgeht, wenn sie auch nicht absorbiert wird, ihre zündungsfördernde Eigenschaft. Wir haben hierin die Wirkung einer Bindung entgegengesetzter Kräfte gesehen.

Die Verbrennung ist mit Contraction begleitet. Wir haben den Zusammenhang dieser Erscheinung mit der Natur der Kräfte aufgewiesen.



Viele Körper werden durch Verbrennung sauer, sagen beide ältere Systeme. Die neuern Erfahrungen fügen hinzu: und viele werden dadurch auch alkalisch. Wir haben gesehen, dass die Alkalität und Acidität nichts als herabgestimmte Brennkraft und Zündkraft sind.

Daraus erklären wir uns die neutralisirende Eigenschaft, welche diese entgegengesetzte Producte der Verbrennung auf einander äusern.

Auch folgt es ganz aus unserer Ansicht, dass die Vereinigung der Säuren und Alkalien Wärme hervorbringen müsse; denn wir können dieselbe eigentlich als eine Verbrennung einer niederen Stufe, einer niederen Potenz betrachten.

Mit der Contraction, welche Alkalien und Säuren in ihrer Vereinigung erleiden, verhält es sich auf gleiche Weise. Die äusserste Bindung der Kräfte hinterlässt nichts als Cohäsion. Nur weil die Bindung nie vollendet ist, weder intensiv noch quantitativ, haben die Salze kein absolutes Maximum der Cohäsion, noch eine absolute chemische Indifferenz erreichen können. Wir sehen aber doch, dass die Chemiker mit Recht die letzte Erscheinung aller chemischen Kräfte mit der Cohärenz gleichgesetzt haben.

Wer der ganzen vorhergehenden Untersuchung mit Aufmerksamkeit folgte, und mit den ältern Ansichten nicht unbekannt ist, wird leicht sehen, wie sehr die aus den neuern Erfahrungen hervorgehende Theorie an Umfang und innerem Zusammenhang die früheren übertrifft, welches man auch bei einem so groszen Zuwachs an Thatsachen, als wir seit der Bildung der antiphlogistischen Theorie erhalten haben, wohl erwarten konnte. Man wird sehen, dass wir überall darauf ausgingen, Gesetze zu entdecken, nicht Ursachen anzugeben, welche sich übrigens aus den entdeckten Gesetzen leicht ergeben. Es würde nicht schwer seyn, was das Ursächliche betrifft, unsre Ansicht in eine andre zu übersetzen, z. B. statt der Kräfte zwei electrische Materien anzunehmen, ja aus zwei solchen Elementen in Gedanken alle Körper zusammenzusetzen. Einige Härten abgerechnet, würde man bei einer solchen Ansicht die ganze hier aufgestellte Gesetzmässigkeit benutzen können. Nur in einem Punkte, der ausser der Darstellung der Erfahrungen liegt, würde sich die wahre Schwierigkeit ergeben. Es ist aber erfreulich, dass die Entdeckung und Darstellung der Gesetzmässigkeit, das ist der Erscheinung der Vernunft in der

Natur, den Menschen doch bis auf einen gewissen Grad möglich ist, selbst wenn sie die höchsten Principien des Wissens nicht ergriffen haben. Es beruhigt dieses den Freund der Wahrheit, ohne ihn einzuschläfern; denn er weisz doch wohl, dasz das hellste Licht erst auf dem rechten Standpunkt zu finden ist.

Aber nicht blosz in dem phlogistischen oder antiphlogistischen System lag eine solche Anschauung von Naturgesetzen, wie wir oft genug erwähnt haben, selbst in dem mystischen Zeitalter der Alchemie finden wir einige tiefe Blicke in die Gesetze der Natur. Fragen wir uns selbst, was ist jetzt das grosze Problem der Chemie? so werden wir ohne allen Zweifel antworten müssen: die Zerlegung und Zusammensetzung der Metalle; denn diese machen die Grundreihe aller unserer chemischen Stoffe aus. Ohne diese in ihrem Innern zu kennen, wird man sich nie von der Verschiedenheit der übrigen Körper eine gründliche Rechenschaft geben können. Man hat eine Zeit lang die Hoffnung einer solchen Kenntniz der Metalle ungereimt und lächerlich gefunden; jetzt kann bei den Sachkundigen kaum mehr ein Zweifel über die Zulässigkeit derselben seyn, wenn man einerseits bedenkt, dasz so viele ähnliche, durch so mannichfaltige Nüancen in einander hinüber laufende Stoffe, nach aller Analogie mit den übrigen chemischen Verhältnissen, eine Gleichheit der Zusammensetzung haben müssen; und dann ferner erwägt, dasz wir schon durch die Entdeckung des Ammoniakmetalls entweder ein zusammengesetztes Metall haben, oder auch die Zerlegung der sonst für besonders einfach gehaltenen Körper erwarten müssen. Jene Meinung der Alchemisten von der Wichtigkeit der Metalle im chemischen Wissen, hatten sie gewisz nicht zufällig, sondern dadurch, dasz sie die Metalle sich immer aus ihrer Asche wieder herstellen sahen, und sie daher als die indestructibelsten Stoffe der Erde betrachteten, weswegen sie denn auch das Gold, als wiederum unter diesen das unzerstörbarste, obenan setzten. Dieses war offenbar die wissenschaftliche Ansicht der Sache; von der eigennützigen können wir hier nur bemerken, dasz diese sich auch zuletzt auf die Unzerstörbarkeit der edlen Metalle zurückführen lässt. Die Hoffnung einer allgemeinen Medicin, eines allgemeinen Auflösungsmittels, hat zu den thörichtsten Schwärmereien Veranlassung gegeben; in ihnen aber liegt doch die Wahrheit zum Grunde, dasz die Zerlegung der Metalle den Schlüssel der Arzneikunde und Chemie geben würde.



So sehr dieses auch in Irrthümern vergraben darin liegt, so ist es doch eine wahre, den Alchemisten nicht abzustreitende Ahndung, hervorgegangen aus der Betrachtung des Gegensatzes der Zerstörung und Wiedererzeugung. Selbst ihre Vergleichung der Metalle mit den groszen Weltkörpern möchte eine uns noch nicht hinreichend verständliche Ahndung seyn. Denn wenn die Metalle sich mit dem Erdkörper entwickelt haben, dieser aber mit den übrigen Weltkörpern unsers Sonnensystems (Cometen wie Planeten und ihre Trabanten): wie sehr wahrscheinlich, ja man möchte sagen gewisz, ist es nicht, dasz beide Entwicklungen nach denselben Gesetzen vorgegangen sind, nur nach verschiedenen Potenzen! Dasz wir ihre Anwendungen dieser Ahndung oft sehr dreist, oft gar irrig finden müssen, wollen wir damit übrigens nicht bestreiten. Uns ist es hier genug, nur zu sehen, wie von verschiedenen Punkten aus, und in verschiedenen Zeitaltern, das Streben nach Wahrheit nie ganz fruchtlos blieb. Im Gegentheil sehen wir, dasz diese mannichfaltigen Bestrebungen doch alle zu einem Ziele führen. Sie müssen es, in so weit das ganze gebildete Menschengeschlecht zugleich ein Vernunftganzes bildet, und die verschiedenen Richtungen als zu diesem Ganzen gehörend sich nothwendig in ihrer Harmonie auflösen müssen. Das Vorhergehende hat uns auch viele Beispiele davon gezeigt, und ein aufmerksames Auge wird leicht überall die Bestätigung entdecken. Selbst die Einseitigkeiten gehören mit zu dieser Entwicklung, denn ohne Einseitigkeit des Einzelnen, welche übrigens für das Ganze es nicht ist, giebt es keine Richtung der Entwicklung, ohne Streit keine Erweckung, Prüfung und Stärkung der Kräfte. Die Entwicklung des menschlichen Geistes kann sehr wohl mit der Entwicklung eines organischen Wesens verglichen werden. In beiden liegt eine ursprüngliche Einheit in dem Raume und in der Zeit in ihren vereinzeltten Funktionen vor uns da, in beiden findet sich diese Trennung der Richtungen, dieser Kampf der Kräfte zur Entwicklung und Darstellung des Lebens, in beiden sehen wir aber auch diese nur zur Einheit führen. Der Streit giebt, wenn wir uns eines dreisten Ausdrucks bedienen dürfen, die Lebenswärme der Wissenschaft, die Vereinigung der Gegensätze ist ihr Licht und Liebe. Es ist ihr das eine wie das andre unentbehrlich.

Dieser Parallelismus des Wissens und des Lebens geht durch die ganze Menschengeschichte, wenn auch nicht überall mit glei-

cher Leichtigkeit erkennbar. Man betrachte nur die Metalle. Die Wissenschaft hat uns jetzt belehrt, dasz alles, was in der Erde nicht unverbranntes Metall ist, verbranntes sey. Die Metalle machen also den dynamischen Kern der Erde aus, und die Grösze ihrer Bedeutung in der Natur ist schon damit ausgesprochen. Wer kennt aber nicht ihre Bedeutung in der Menschengeschichte? Wer weisz nicht, wie die Wirkung der Metalle mit der übrigen Entwicklung Schritt gehalten und in Wechselwirkung gestanden hat? Es war kein Wunder, wenn das Unzerstörbarste der Erde zum Maaszstab aller irdischen, materiellen Werthe genommen wurde, und die unzerstörbarsten dieser unzerstörbaren, die edlen Metalle wieder darunter den Vorzug erhielten. Das Metall, welches die Menschen zuerst entdecken muszten, war das Gold, weil es unter allen das ist, welches in seiner vollen metallischen Natur am häufigsten vorkommt, nicht blosz in der Erde, sondern auch in dem Sande der Flüsse. Mehr glückliche Kinder als erwerbsame Menschen, wurde ihnen doch das edelste Metall nur ein glänzendes Spielzeug. Dies war die Kindheit des Menschengeschlechts und sein goldenes Alter zugleich. Erst durch etwas mehr Aufmerksamkeit war das Silber zu entdecken, welches sich nicht so offenbar darbietet und seine metallische Natur öfters unter fremden Gestalten verhehlt. Die Menschen fingen schon an aufmerksamer auf den Werth der Dinge zu werden, verglichen mehr die Gegenstände unter einander, strengten sich mehr an, um zu erwerben; und so fiel die Entdeckung des Silbers mit dem Uebergange des Menschengeschlechts aus der frühern Kindheit zu einem etwas mehr erwachten Bewusstseyn zusammen. Auf das goldene und silberne Alter folgte das des Kupfers. Es ist wirklich das Metall, welches am nächsten nach jenen entdeckt werden muszte.<sup>1</sup> Es hatte schon einen entscheidenderen Einflusz auf den Zustand des Menschengeschlechts. Nicht zum Schmuck und Trinkgeschirr war es anzuwenden, sondern zu Waffen, welche den Kampf zwischen den Menschen künstlicher machten, und den gebildeteren einiges Uebergewicht über die rohen gaben. Von jetzt an versammelten sich aber auch die Menschen in gröszern Massen zum Streit, die Leidenschaften wurden mehr verwickelt, das Leben der Menschen

<sup>1</sup> Natürlich können Localumstände hierin Veränderungen machen. Wir sprechen hier nur von dem Falle, wo alle wichtigere Metalle in dem Kreise einer sich entwickelnden Menschengesammtheit vorkommen.



weniger sorgenlos. Weit später wurde das Eisen entdeckt. Dieses hat schon, wenigstens für gewisse Gegenden, historische Wahrheit. Es sagt uns aber auch die Wissenschaft, dasz das Eisen, welches fast ausschieszlich in dem verbrannten Zustande vorkommt, nur durch ein mühsames und künstliches Verfahren in seiner metallischen Natur wiederhergestellt werden kann. Ein Volk also, welches das Eisen zu bearbeiten versteht, musz sich auf einer hohen Stufe der Ausbildung, in Vergleich mit den vorhergehenden, befinden; aber die so oft an dem frühen Alter gepriesene Sorglosigkeit und Unbekanntschaft mit manchen Uebeln war dahin, und darum haben die Dichter dieses von dem Eisen benannte Alter, so tief herabgesetzt. Wir brauchen wohl nicht zu bemerken, dasz dieses alles nur für die Naturentwicklung des Menschen, nicht für die von einem früher gebildeten Volke an ein anderes übertragene Kenntnisse gelten kann. Auch wird man uns wohl nicht den Einwurf machen, dasz es nur Mythos oder Dichtung ist, worauf wir uns berufen; denn so viel natürliche Geschichte der Menschheit wird man wohl in den alten Mythen voraussetzen können. Hier hört nun die Dichtung auf, die Harmonie aber der Geschichte des Menschen mit der Erkenntnis und dem Gebrauch der Urstoffe der Erde hört damit noch nicht auf. Man betrachte nur alle Grade der Bearbeitung des Eisens, von dem rohsten Gusz bis auf den aufs vollkommenste gehärteten und geschliffenen Stahl; man wird fühlen, dasz alles, was die Bequemlichkeit und Zier des Lebens ausmacht, damit zusammenhängt. Auch unsere eigene Wissenschaft, welche von den mechanischen Künsten so vielerlei Hülfe bedarf, würde ohne die vollkommene Bearbeitung dieses Metalls noch in ihrer Kindheit seyn. Was durch die übrigen weniger wichtigen Metalle geschehen ist, wird bei dem ersten Blick so leicht nicht entdeckt, und kann hier nach unserm übrigen Zweck nicht dargestellt werden. Unserm Zeitalter war es vorbehalten, die Metalle darzustellen, welche es unter allen am schwierigsten war aus ihrer Asche wieder hervorzurufen. Zu mechanischen Zwecken werden sie gewisz nie benutzt werden, zu dynamischen aber um so viel mehr. In unsern Untersuchungen über die Zusammensetzung der Körper haben sie schon angefangen ein neues Zeitalter zu bilden. Was dieses aber sagen will, weisz nur der zu beurtheilen, der in der Geschichte gesehen hat, welche Herrschaft über die Natur die Wissenschaft uns nach und nach erkämpft hat. Das nächste

Zeitalter wird die Metalle selbst zerlegen, und uns dadurch von vielen Banden lösen, womit uns die Natur an die äusseren Bedingungen geknüpft hatte, und uns überhaupt eine vorher unbekannte Herrschaft über die Natur erwerben.

Der Heimlichkeit urmächt'gen Bann  
Kann nur die Hand der Einsicht lösen;  
Gelingt's, das Inn're zu entblößen,  
So bricht der Tag der Freiheit an.

Und so mag der Verfasser, der sonst nicht ohne ein inniges Gefühl der Wehmuth das, was er gethan, mit dem, was zu erstreben war, vergleichen kann, sich damit trösten, dasz er doch an einem Werke mitgearbeitet hat, das immer vorschreitet, und einem herrlichen Zwecke immer näher führt.

---





# RECHERCHES

SUR L'IDENTITÉ

## DES FORCES CHIMIQUES ET ÉLECTRIQUES

---

PAR MR. H. C. ØRSTED

PROFESSEUR A L'UNIVERSITÉ ROYALE DE COPENHAGUE, ET MEMBRE DE LA SOCIÉTÉ  
ROYALE DES SCIENCES DE LA MÊME VILLE, ETC.

---

TRADUIT DE L'ALLEMAND

PAR MR. MARCEL DE SERRES,

EX-INSPECTEUR DES ARTS ET MANUFACTURES, ET PROFESSEUR DE LA FACULTÉ DES  
SCIENCES A L'UNIVERSITÉ IMPÉRIALE; DE LA SOCIÉTÉ PHILOMATIQUE DE PARIS, ETC.

---

PARIS

J. G. DENTU, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

RUE DU PONT DE LODI, N° 3, PRÈS LE PONT-NEUF

1813



[Ce livre est une traduction et en partie un remaniement de l' »Ansicht der chemischen Naturgesetze«; dans l'édition française, les deux derniers chapitres de l'ouvrage allemand sont fondus en un seul et allégés de quelques passages de rhétorique philosophique. Ce qui est entièrement nouveau, c'est le »post-scriptum« joint à l'introduction et que nous donnons ci-après.

Dans: Le Journal de physique, Vol. 88. Paris 1814. pp. 338—74 on trouve un »Extrait« assez considérable des Recherches de Œersted, écrit par I. C. Delamétheries, mais »exposé par lui-même«, comme le dit une notice.]

## POST-SCRIPTUM

Lorsque l'auteur publia cet ouvrage en allemand, il ne jugea pas qu'il fût nécessaire de parler de ses travaux antérieurs sur le même objet; la plupart d'entr'eux étant imprimés dans la même langue. Ici son avantage n'est pas le même; il ne peut se flatter d'être connu du public français, que par quelques citations et quelques notices qu'on a faites sur ses travaux, et dont la plus étendue n'est rien moins qu'exacte. Mais la connaissance de ces travaux n'est pas indifférente pour décider jusqu'à quel point les découvertes des dernières années doivent être regardées ou comme la base, ou comme de nouvelles preuves de la théorie qu'on va exposer.

On vient de voir que la première idée du nouveau système que nous appellons *le système dynamique*, est beaucoup antérieure à la découverte du galvanisme, quoique dans un état fort imparfait. Le développement que lui donnèrent les travaux de *Ritter* et de *Winterl*, datent encore de la période qui précéda la pile de *Volta*. Les expériences du premier, sur la chaîne galvanique simple, lui avaient déjà fait concevoir l'idée d'une théorie électro-chimique; et le second avait conclu des faits chimiques et électriques ordinaires l'identité des forces qui les produisent, lorsque le physicien de Pavie vint donner à la chimie cet instrument fertile en nouvelles découvertes, qui a changé en certitude l'idée fondamentale du système dynamique.

Ce fut à la même époque que parurent les Recherches du célèbre *Berthollet* sur les lois des affinités, qui, d'un autre côté, nous donnèrent de nouvelles vues générales sur les forces chimiques. L'honneur que reçoit l'auteur de voir la traduction de son ouvrage dédiée à ce savant illustre, lui est d'autant plus cher, qu'il se plaît à reconnaître la grande influence qu'ont eue sur ses méditations les idées profondes dont ce savant a enrichi la science.

Toutes ces grandes recherches ont fait l'objet des travaux de l'auteur, dans les années 1799 et 1800. Ses études antérieures l'avaient déjà préparé à ces vues générales; et quelques essais faits pour franchir les limites posées dans la science par des distinctions trop tranchantes, lui en avaient même révélé quelques-unes. Il existe seulement, pour le public, une trace de ces essais, et cela même par un accident: c'est dans une analyse de la philosophie



chimique du célèbre *Fourcroy*. Cette analyse,<sup>1</sup> faite pour le journal de la Société scandinave, à Copenhague, au sujet d'une traduction suédoise de ce livre si recommandable par sa clarté, fut lue à cette Société en 1799, et imprimée dans le journal de l'année suivante. On y trouve exposée la même série des alcalis et des terres, que l'auteur a présentée dans cet ouvrage, c'est-à-dire qu'il a tâché d'y prouver qu'il n'existe aucune limite naturelle entre les alcalis et les terres, et que cette série, commencée par les alcalis les plus intenses, doit se terminer par un corps plus acide qu'alcalin.

L'auteur avoue avec sincérité que ses premiers progrès qu'il avait faits par lui-même, ne furent encore qu'assez faibles; mais ils eurent cependant l'avantage de lui faire mieux apprécier toutes ces nouvelles conceptions qui semblèrent à cette époque se réunir pour changer la face de la science. Ce fut d'abord aux recherches sur l'identité des forces électriques et chimiques, qu'il prit le plus d'intérêt. Son premier essai sur cet objet fut la construction d'un appareil dans lequel la dissolution, opérée sur quelques grains de zinc, par un acide délayé, produisit une action électro-chimique assez considérable. La description de cet appareil, qui d'ailleurs n'est pas si commode que l'appareil galvanique à l'auge, se trouve imprimée dans le journal *Physico-Chimique* de Copenhague,<sup>2</sup> pour l'année 1800,<sup>3</sup> et fut traduit en allemand dans un journal pour les découvertes du nord, que publia M. *Pfaff* et plusieurs autres savans.

On voit facilement que l'invention de cet appareil contient aussi la découverte de l'influence des acides sur les effets galvaniques; découverte qui cependant a été faite, quoiqu'un peu plus tard, par d'autres savans, avant qu'ils eussent pu connaître celle de l'auteur. La description de l'appareil qui vient d'être cité, est accompagnée des détails de plusieurs nouvelles expériences et de réflexions qui font assez voir que l'auteur reconnaissait, avec *Ritter*, l'identité des forces électriques et chimiques. Si ces premiers aperçus n'ont pas été exempts d'erreurs, qu'on éviterait facilement aujourd'hui, il espère que la nature du sujet l'excusera suffisamment.

Dans l'année 1801, l'auteur entreprit un voyage qui lui fournit l'occasion de faire la connaissance de *Ritter*, avec lequel il a depuis conservé une liaison constante jusqu'à ce qu'une mort prématurée enlevât celui-ci aux sciences. La conversation et les lettres de

<sup>1</sup> [L'édition présente, vol. 3, le 4. extrait.]

<sup>2</sup> [L'édition présente, vol. 1, pp. 106—109.]

<sup>3</sup> [c: 1801.]

*Ritter*, ont beaucoup facilité à l'auteur l'intelligence de ses écrits, qui, au milieu de grandes obscurités, contiennent des vues très-profondes. Il est vrai que ce n'est pas sans raison qu'on lui a reproché de s'être trop abandonné à des conceptions trop hasardées, et même peut-être extravagantes; mais il faut être aussi injuste que l'ont été ses ennemis, pour ne pas admirer, malgré ces fautes, le génie élevé qui, à l'âge de vingt deux ans, et avant la pile de *Volta*, avait conçu l'idée d'une théorie électro-chimique, et qui depuis a enrichi la science de tant d'autres découvertes. L'auteur se sent d'autant plus obligé de rendre cet hommage à la mémoire de ce physicien, que trop de gens paraissent moins disposés à lui rendre justice. Il est souvent très-utile de relever les fautes des hommes de génie; mais il ne le faut jamais sans prendre le soin d'apprécier aussi leur mérite: ce n'est qu'à cette condition que nous pourrions tirer avantage de leurs erreurs.

Voyant que l'ouvrage de *Winterl*, *Prolusiones in chemiam seculi decimi-noni*, était fort peu répandu, l'auteur de celui-ci a essayé d'appeler sur lui l'attention publique par un opusculé qui parut en 1803, sous le titre: *Materialien für eine Chemie des neunzehnten Jahrhunderts*.<sup>1</sup> L'auteur y donne un abrégé du système présenté dans ces *Prolusiones*, sans cependant entrer en discussion sur l'exactitude des expériences qui y sont décrites, et qu'il ne put répéter lui-même, venant de commencer un voyage qui devait encore durer deux ans; mais il termina cet écrit par une lettre à M. *Manthey*, dans laquelle il exposa les faits reconnus et certains qui pouvaient être allégués comme preuves pour la partie la plus générale du système de *Winterl*.

M. *Chenevix*, renommé par ses expériences sur la composition du palladium, a donné en français une notice de ce court ouvrage, accompagnée d'une critique de sa façon. L'auteur de ces recherches n'en parle pas ici pour se glorifier d'avoir été attaqué par la même main qui a voulu souiller les plus beaux noms de l'Allemagne, et moins encore pour répondre à la critique de M. *Chenevix*; mais seulement pour déclarer qu'il n'a pas dit ce que lui fait dire ce critique dans les passages dont il donne la traduction.

Malgré l'estime que l'auteur avait conçue du génie de *Ritter* et de *Winterl*, il a cependant senti la nécessité de s'éloigner, à plusieurs égards, de leurs opinions. Ceux qui voudront comparer les

<sup>1</sup> [L'édition présente, vol. 1, pp. 133—210.]



théories de ces deux savans avec la sienne, trouveront facilement qu'il n'a pas adopté tous les principes sur lesquels ils sont d'accord, mais qu'il s'est vu forcé de se faire une théorie à lui, toutefois en profitant de leurs grandes idées. On trouvera aussi que, quels que soient ses raisonnemens, il ne les a jamais fondés sur des faits douteux qui ont souvent été trop facilement adoptés par ces deux physiciens, et qu'il a évité en grande partie l'obscurité qu'avait répandue sur leurs écrits une méthode trop compliquée. L'auteur a exposé ce système, pour la première fois, en 1804, dans ses leçons à l'université de Copenhague, et depuis il s'est appliqué à lui donner chaque année plus de développement. Dans ce même espace de temps, il a publié successivement quelques traités sur différentes parties de la physique, dont trois ont quelque rapport à l'objet de cet ouvrage. Le premier n'est qu'une exposition très-succincte du mécanisme de la propagation des forces électriques et magnétiques. On le trouve en allemand dans le journal de *Gehlen*,<sup>1</sup> et en français dans le journal de Physique, pour l'année 1806. Le second, sur la série des corps acides et alcalins, n'est imprimé qu'en allemand, dans le journal de *Gehlen*,<sup>2</sup> pour 1806. Il y expose, d'une manière plus complète, la série dont il avait donné, en danois, les commencemens dans le journal de la Société scandinave, en 1800, et il y fait voir que chacune des deux forces générales doit être regardée comme expansive. Le troisième de ces traités est intitulé: Considérations sur l'histoire de la Chimie. Il fut écrit en danois, pour le journal de la Société scandinave, et on le trouve aussi en allemand, dans le journal de *Gehlen*,<sup>3</sup> pour 1807. Ce traité contient un exposé des principes fondamentaux des différens systèmes de la chimie, entr'autres celui du système dynamique. Depuis ce temps, l'auteur a encore beaucoup travaillé à perfectionner ce système; mais ayant eu plusieurs travaux à publier sur d'autres parties de la physique, il n'en a rien fait imprimer avant la publication du livre qu'on vient de traduire.

En terminant cet exposé, l'auteur doit encore observer qu'il a marqué ici de mémoire les dates des ouvrages qu'il vient de citer; qu'ainsi il n'est pas impossible qu'il ait commis quelque erreur à cet égard; mais il ose cependant assurer qu'on n'en trouvera aucune

<sup>1</sup> [L'édition présente, vol. 1, pp. 267—273.]

<sup>2</sup> [L'édition présente, vol. 1, pp. 289—315.]

<sup>3</sup> [L'édition présente, vol. 1, pp. 315—343.]

qui puisse être de conséquence. Son seul dessein a été de prouver, par cette notice, que le système dynamique a été créé avant la pile électrique, et qu'il l'avait adopté et développé jusqu'à un certain point, avant les grandes découvertes de *Davy* et de *Berzelius*; en sorte que l'accord qu'on trouvera entr'elles et le système dynamique, doit, sinon inspirer quelque confiance pour ce système, du moins effacer le préjugé qu'on a d'ailleurs quelque raison d'avoir contre les théories nouvelles.

---



# UEBER DAS GESETZ DER ELEKTRISCHEN ANZIEHUNG

VOM PROFESSOR OERSTED

---

(AUS EINEM BRIEFE AN DEN HERAUSGEBER)

(BEITRÄGE ZUR CHEMIE UND PHYSIK. HERAUSGEGEBEN VON DR. J. S. C. SCHWEIGGER. BD. 12. P. 106.  
NUERNBERG 1814.)<sup>1</sup>

*Kopenhagen, den 22. Nov. 1814.*

Ueber die Abnahme der elektrischen Kräfte mit wachsenden Entfernungen, habe ich eine sehr bedeutende Reihe von Versuchen vollendet, woraus es sich ergibt, dass die Kräfte weder im umgekehrten Verhältnisse der Entfernungen noch der Quadrate der Entfernungen stehen, sondern dass die Abnahme nur durch eine Reihe ausgedrückt werden kann. Gleich nach Neujahr werden Sie darüber eine Abhandlung bekommen, worin auch manche nicht unwichtige Folgerungen aus diesem Gesetze vorkommen werden.

---

TENTAMEN NOMENCLATURÆ CHEMICÆ OMNIBUS  
LINGUIS SCANDINAVICO-GERMANICIS COMMUNIS,  
PROLUSIONIS LOCO SCRIPSIT M. JOHANNES CHRI-  
STIANUS ØRSTED

PHYSICES PROF. PUBL. EXTR.

---

(ANNIVERSARIA IN MEMORIAM REIPUBLICÆ SACRÆ ET LITTERARIÆ CUM UNIVERSÆ TUM DANICÆ NOSTRÆ  
RESTAURATÆ CELEBRANDA INDICIT REGIÆ UNIVERSITATIS HAUNIENSIS RECTOR CUM SENATU ACADEMICO.  
HAUNIÆ 1814.)<sup>1</sup>

Multi viri doctissimi chemicis vitio verterunt quod vocabula technica frequenter mutant; ita ut idem, qui paucos ante annos libros chemicos sui temporis bene intellexisset, recentissimos non intelligat, nisi scientiæ hujus progressus continua

---

<sup>1</sup> [Dasselbe Thema wird behandelt in: Det kongelige danske Videnskabernes Selskabs Oversigter. 1814—15. P. 9. Kiøbenhavn. — Sämtliche Aufsätze aus »Videnskabernes Selskabs Oversigter« finden sich zu Ende dieses Bandes.]

<sup>2</sup> [Kort Gengivelse i: Videnskabernes Selskabs Oversigter. 1814—15. P. 7—9. (Alle Afhandlinger fra V. S. O. findes samlede i Slutningen af dette Bind). Tysk Oversættelse i Schweiggers Beiträge zur Chemie und Physik, Bd. 12. P. 113—154, samt i Trommsdorfs Journal der Pharmacie, Bd. 24. P. 375—437. Leipzig 1814.]

diligentia persecutus fuerit. Eandem exprobrationem mihi nomenclaturam chemicam linguarum Scandinavico-Germanicarum reformare aggredienti, factum iri facile prævideo. Parum tamen reprehensionem metuo, quæ non me solum, sed omnes chemicos, tam præteriti ævi quam præsentis, pari injuria tangat. Vix ulla alia est scientia, cujus cultores tantam in lingua technica formanda industriam adhibuerint, a primo inde tempore, cum vires occultas corporum non nisi obscure cognitæ nominibus mysticis potius celare quam aperire voluisse crederes, ad nostrum usque ævum, quo compositionem satis bene perspectam nomine cujusvis corporis exprimere conantur. Omnem alicujus momenti progressum, quem fecerit chemia, secuta est quædam dictionis ejus technicæ immutatio. Indefessum illud linguam formandi et reformandi studium, per totam chemiæ historiam manifestum, ex sola novandi cupiditate proficisci certe nequibat, sed non potest non ex ipsa scientiæ natura originem ducere. Nec hujus rei causam indagare difficile esse videtur; chemia enim in eo ab aliis scientiis differt, quod frequentissime de proprietatibus et viribus agit, quæ nullâ aliâ via nobis innotescunt; nec in ipsius animi affectionibus conspiciuntur, ut eæ, quæ in philosophia tractantur, nec formis et proportionibus constant, quarum imagines etiam sensus externi præbent, ut omnia quæ in scientiis mathematicis exponuntur. Has vires et proprietates, effectus earum enumerando, notas nobis reddere et intellectui admoveere chemia conatur; atque rem intellectam in mente retinere nominis ope docet. Nomina igitur in hac scientia majoris sunt momenti quam in plerisque aliis; et male mihi chemiæ consuluisse videntur, qui voluerunt ut astronomiam imitaretur, quæ, quamquam vocabulis et appellationibus barbaricis abundet, scientiarum naturalium facile erit princeps; tanta enim est harum scientiarum dissimilitudo, ut altera ad alterius exemplum in hac re minime sese formare possit.

Experientia quoque monstravit, longe facilius evasisse chemiæ studium, perfectiore reddita artis lingua. Hoc præcipue evenit cum, triginta circiter abhinc annis, societas doctorum virorum in Gallia, novas appellationes secundum certa principia creando, cæteros Europæ chemicos præveniebat, atque ita dictionis chemicæ confusionem, eo tempore maximam, feliciter cohibebat. Quamquam novæ hæ rerum denominationes vitiis etiam suis laborant, nemo tamen inficias ibit, eas perspicuitate, brevitate et flexibilitate



plerumque commendari; nec falsæ opiniones, quæ in nominibus quibusdam continentur vel præsumuntur, multum offendunt, cum vocabula primitiva, ex Græco fonte hausta, inter legendum vel audiendum, non secundum originem peregrinam, sed secundum novorum vocabulorum definitiones intelligantur. Novum hoc appellationum systema in linguas a Romana ortas facile translatum est; non ita in linguas nostras Scandinavico-Germanicas. Primum in Germania hæc translatio tentata est, sed tempore quo de ipsis principiis totius scientiæ certabatur; unde factum est, ut lingua minus diligenter tractata sit. Nomenclaturam Græco-Gallicam, quæ imitanda erat, ad litteram vertere scriptores chemici conabantur. Ita vocabula *säureerzeugender Stoff* vel *Sauerstoff*, *wassererzeugender Stoff* vel *Wasserstoff* pro Gallicis *oxigène* et *hydrogène*, creata sunt; et eodem modo Græco-Gallicum illud *oxide* per Germanicum *Halbsäure* translatum est. Nimia fide nos Dani hoc exemplum secuti sumus; hinc verba nostratia *Surstof*, *Vandstof*, *Halvsyre*, ad litteram ex Germanico conversa. Sveci majori libertate quidem in hac re usi sunt; longe tamen absunt vocabula, quæ effinxerunt, a flexibilitate gallicorum, usui adeo commoda.

Vitium præcipuum nomenclaturæ chemicæ in omnibus linguis Scandinavico-Germanicis inde ortum est, quod nomina corporum simplicissimorum, ex quibus cæterorum omnium vel deduci vel conflari debebant, jam ipsa ex pluribus sunt composita, eaque adeo imperfecte conjuncta, ut potius definitionem quam verbum efficere videantur. Si autem tota rei alicujus natura ne amplissima quidem descriptione, vel operosa verborum multitudine, comprehendere potest, verbo unico certe exprimi nequit. Nomine igitur natura rei una tantum ex parte indicatur. Si hoc ita fit ut origo ejus non primo intuitu perspiciatur, et quasi animo obtrudatur, sed modo divinetur, nec nisi sollerti scrutatione perfecte intelligatur, id maxime approbandum est; si econtrario originem manifeste præ se fert, animum eam naturæ rei partem semper recordari cogit ex qua natum est, etiam quando de proprietatibus ab ea diversissimis agatur. Quantum noceat hoc vitium in appellationibus compositis, ad certas regulas ex simplicioribus formandis, præcipue conspicitur. Sæpissime enim accidit in dictione nostra chemica ut res nomini ipsi adtribuendo, propter apertam repugnantiam, se associari minime patiatur, sed aut multis verbis describenda aut vocabulo

peregrino appellanda sit. Huc accedit quod hæc ex aliis conflata nomina sæpius sterilia sunt; ita ut et paucae ex iis generentur aliarum rerum appellationes, et paucae istæ non raro vitiis laborent, ob quæ rejiciendæ sint. Exempli causa vocabula Gallica et Germanica, quæ ad oxygenium pertinent, enumerabimus, et asteriscis singulis ea distinguemus, quæ grammatica improbat, duplicibus autem, quæ falsas rerum notiones aperte significant.

<i>Oxygène</i> . . . . .	<i>Sauerstoff</i>
<i>Oxygèner</i> . . . . .	<i>Sauerstoffen*</i>
<i>Oxygéné</i> . . . . .	<i>Gesauerstofft*</i>
<i>Oxygénation</i> . . . . .	<i>Sauerstoffung*</i>
<i>Desoxygèner</i> . . . . .	<i>Entsauerstoffen*</i>
<i>Desoxygéné</i> . . . . .	<i>Entsauerstofft*</i>
<i>Desoxygénation</i> . . . . .	<i>Entsauerstoffung*</i>
<i>Oxide</i> . . . . .	<i>Halbsäure**</i>
<i>Oxidule</i> . . . . .	
<i>Oxider</i> . . . . .	<i>Halbsäuern**, Säuern**</i>
<i>Oxidé</i> . . . . .	<i>Gesäuert**</i>
<i>Oxidable</i> . . . . .	
<i>Oxidation</i> . . . . .	<i>Halbsäuerung**</i>
<i>Desoxider</i>	
<i>Desoxidé</i>	
<i>Desoxidable</i>	
<i>Desoxidation</i>	
<i>Protoxide</i>	
<i>Deutoxide</i>	
<i>Tritoxide</i>	
<i>Tetroxide</i>	
<i>Peroxide</i>	

Maxima pars horum vocabulorum germanicorum adeo infelicitè efficta sunt, ut plurimi chemicorum in hac lingua scriptorum eis uti recusaverint. Vocabulum Halbsäure et omnia ex eo generata tamquam rei omnino incongrua plane rejecta sunt. Aliud sauerstoffen ejusque derivata jure reprehenduntur, et a paucissimis usurpantur. Dicunt igitur oxidiren, oxidirt, oxidation, desoxidiren et sic porro, quamquam hæc vocabula et peregrina sunt et secundum regulas a lingua alienas derivari flectique debent. De vocabulis Danicis et Hollandicis ejusdem tenoris idem ferendum



est iudicium. Svecica melius quidem concinnata sunt, et quoad formationem grammaticam minime vituperanda; sed pauciora sunt, et propter vocabuli primitivi, haud bene electi, sensum nimis manifestum, in nominibus compositis sæpe offendunt; ita verbi causa Kalium oxydatum suecice syrsatt Kalium appellari deberet, quamvis naturam habeat aciditati maxime oppositam. Hac de causa Chemici Suecici, æque ac Germanici, Hollandici et Danici, vocabulis peregrinis Oxid, Oxidul, Suboxid etc. utuntur.

Multos huic nomenclaturæ peregrinæ usui favere non ignoro; commercium lingvarum cum aliis gentibus promovendo eum magis prodesse, quam linguam patriam adulterando nocere existimant. In chemia vero commodum illud tantum non est quantum putant; nam in hac scientia maxima pars vocabulorum technicorum a paucissimis primitivis derivantur, ita ut quisquis sibi ex libris cujuscunque linguæ scientiam chemicam comparaverit, nomenclaturam chemicam bene compositam alius linguæ vel duabus horis facile discat. Detrimentum ex nomenclatura peregrina in nostra lingua recepta ortum majoris est momenti. Experientia enim docet, illiteratos, quibus aditum ad chemiam præcludere certe nolit patriæ amicus, vocabula Græco-Gallica haud facile capere, raroque eis adeo advescere, ut appellationibus ex elementis patriæ linguæ conflatis. Si igitur magis opera danda est ut ab iis intelligamur, quibus scribimus, quam ab exteris, vix dubitandum est quin potius nomenclaturam chemicam propriam creare debeamus, quam peregrinam mutuari, quæ cum patria lingua nunquam tamen coalescere possit. Quoad ipsam linguam, vocabula peregrina singula parum nocere equidem concedo; at vero formas grammaticas alienas introducendo puritatem illam linguæ turbant, quam tamquam pALLADIUM quisque populus religiose servare debet. Incommodum illud nomenclaturarum plurium discendarum, per se jam exiguum, multum eo imminuitur, quod appellationes facile ita concinnari possunt, ut omnibus linguis ejusdem generis sint idoneæ. Ita vocabula chemica ex Græco et Latino sermone hausta facile ad omnes linguas ex Latina ortas accommodantur. Eodem modo ex vocabulis primitivis, omnibus linguis Germanico-Scandinavicis communibus, confici debet lingua chemica, per maximam Europæ septentrionalis partem valitura. Jamdiu grata mihi fuit occupatio talem nomenclaturam effingere. Ad linguam nostram Danicam natus, a præceptore Theotisco, optime de me merito, linguam ejus

jam tener didici, ita ut paternam alteram eam quodammodo dicere possim; fraternam igitur utriusque similitudinem mature et videre et amare adsvevi. Eodem animo pulchram linguam Svecicam consideravi, cum ad ejus cognitionem perveneram, sæpiusque vocabula feliciter efficta ex ea mutuatus sum, quando eorum indolem a Danico sermone non alienam esse cognovi. Hollandicæ quoque linguæ, toties ab ignorantibus vituperatæ, notitiam aliquam comparare conatus sum. Inter hæc studia plane perspexi, quantum linguas suas neglexerint populi Scandinavico-Germanici, alter linguam alterius negligendo; nec me fugere potuit arcta illa affinitas harum linguarum, quam omnes agnoscunt; ad fontes igitur, unde profluxerunt, magis magisque adeundos compulsus sum. Cum raro certe accidat, ut chemicus tantum his lingvis operæ impendat, officii mei esse duxi fructus horum studiorum cum aliis chemicis communicare. Non is eqvidem sum, qui vana spe tenear, fore, ut omnia quæ propono recipiantur, contentus si tantum aliquid contulerim ad linguam egregiam Scandinavico-Germanicam expurgandam, cui non modo id cum Græca commune est, quod plures dialectos poësi et philosophia excultas comprehendit, verum etiam quod ex propria stirpe omnia verba producere potest, quæ ad novas rerum notiones exprimendas requiruntur; ita ut nulla necessitate jugo peregrino sese submittere cogatur. Jure linguæ nostræ hacce integritate superbiunt. Tamquam sanctum consanguinitatis vinculum, quo omnes jungamur, communem istam linguæ præstantiam considerandam, animumque fraternum inde oriundum, ubicunque fieri possit, quam maxime fovendum esse existimo. Ideoque Anniversaria in memoriam reipublicæ sacræ per *Lutherum* restauratæ, quæ ad linguas nostras Scandinavico-Germanicas excolendas tantum contulit, docta quadam dissertatione indicturus, ex mea arte nihil hoc tractatu de lingua chemica communi magis hunc in finem idoneum esse putavi. Opusculum meum, L. B. eodem, quo scripsi, animo excipias peto rogoque.

In iis, quæ huc usque disputavimus, præcipuarum nomenclaturæ chemicæ formandæ regularum pleræque jam comprehenduntur; easdem tamen unacum cæteris hic enumerabimus, ut omnes uno quasi intuitu oculis subjiciantur.

- 1) Quin veraces esse, id est falsas rerum notiones non inculcare debeant, appellationes, nemo certe dubitabit.



- 2) Rem significare, non describere debet nomen, nisi hoc fieri potest elementa ejus indicando.
- 3) Ubi fieri potest, præcipue autem in elementis, ex quibus per multa generantur corpora, denominandis, cavendum est, ne in nomine elementi nomen compositi elementum efficiat, ut v. c. in vocabulis Wasserstoff, Waterstof, Vandstof, Salpeterstoff, quod jam per se sensum recti quodammodo offendit, in nominibus compositis autem sæpe molestissime ferendum est.
- 4) Quam maxime conandum, ut nomina rerum simplicissimarum secunda evadent, id est idonea ex quibus singulis tot derivari queant appellationes, quot ex re significata res aliæ generari possint.
- 5) In nominibus præcipuis formandis prospiciendum, ne composita nimis longa vel pronuntiatio difficilia fiant.
- 6) Vocabula peregrina rejicienda sunt, quando ad regulas grammaticas paternæ linguæ se formari non patiuntur.

Ut tot satisfieri possit desideratis, maxima in effingendis vocabulis primitivis libertas concedenda est. Modo solito verba componere non sufficit; nam de rebus nondum in nostra lingua nominatis hic agitur, quarum elementa nobis ignota sunt, et ex quarum nominibus multarum aliarum rerum nomina formari debent. Eadem igitur sumus conditione, qua fuere homines, qui prima rerum nomina invenerunt. Ad prima linguarum stamina, ex quibus cætera omnia verba contexta sunt, redire oportet. Ad illorum nominum primitivorum normam nova nostra primitiva etiam formanda sunt. Fore scio, qui contra hoc consilium obijciant, talem libertatem facile in nimiam licentiam degenerare, qua lingua tandem in aliam a præsentī diversissimam mutari possit. Respondeo, me talem libertatem, non in omnibus, quæ existere possint, verbis fingendis postulare, sed tantum in iis formandis, quibus disciplina quædam carere non possit. Nimiam in hac re licentiam lingvæ maximum detrimentum adferre posse certe infitias non ibo; verum idem spero eos concessuros, nimiam licentiæ circumscriptionem non minus nocere. Multa nova vocabula parum idonea scriptores apud nos creaverunt, quorum loco meliora haberemus, si, ad naturam rei magis adtenti, in vocabulis receptis prima

germina investigavissent, ut pro rebus simplicibus nomina simplicia invenissent, nec vocabulo potius omnia exprimere quam sensus tangere voluissent.

Hæc ad libertatem quam postulavimus vindicandam sufficere possent videri, si vel exemplum nomenclaturæ chemicæ Gallorum deesset; hæc autem eximium istius licentiæ specimen præbet. Maxima pars vocabulorum primitivorum, quibus utitur, Græca sunt, indigenis antea inaudita, ut *οξυς*, *ζωη*, *ὕδωρ*, *γεινομαι* etc. Derivationes aliæ ex græca lingua originem ducunt, ut oxide (*οξειδιον*), protoxide etc.; aliæ syllabis adjunctis formantur, quarum significationes nulla usus auctoritate, sed arbitrio tantum nituntur, ut in vocabulis: sulfate, sulfites, sulfure etc.; ita ut illa libertas, ei comparata quam nos postulamus, licentia dissolutissima videatur.

Novitate tamen magis quam hac licentia primo suo tempore displicuit nomenclatura gallica; novitate etiam nostram offensuram non prævidere sane nequeo. Fuerunt, qui nomenclaturam gallicam in ludibrium vertere conati sint; erunt qui acumen in nostram pariter exercere cupient. Salem istum communem in novis rebus irridendis vulgo semper consumere licebit; brevi consumitur; res si bona est, intacta manet.

Principium illud in aëre, sine quo nec corpora uri nec animalia spiritum ducere possunt, ex aciditate quam cum eo permixta contrahunt multa corpora, oxygenii nomen cepit. Experimentis recentioribus comperimus, multa alia corpora, huic principio conjuncta, vim aciditati contrariam acquirere; ita ut nomen ex aciditate peti- tum nunc minus idoneum videatur. Casu tamen evenit, ut vocabulum Græco-Gallicum hoc vitio careat, quoniam *οξυς* aliquid et acidum et acre esse significat; acria autem sunt non modo acida, sed etiam corpora aciditatem coërcentia, quæ alcalina appellamus. Nostra vero vocabula *Surstof*, *Sauerstoff*, *Syre*, *Zuurstof*, quamquam etiam plures acritudines adjectivo *suur* notamus, eandem ambiguitatem non habent, nec significationem quæ in errorem inducere poterit celant, sed manifeste præ se ferunt, ut jam supra monuimus. In primam igitur regulam aliquid jam peccant hæc vocabula, magis tamen in secundam, et tertiam; quarum posteriorem negligere idem est ac mancā et imperfectam linguam artis efficere. Quartam regulam parum etiam in his vocabulis creandis observatam fuisse primo intuitu indicis supra adlati apparet. In quintam regulam ipsa quidem non peccant; ansam tamen dederunt



ut in eam peccaretur, quoniam defectus vocabulorum indigenorum, ad peregrinos fontes petendos nos compulit.

Proprietatum omnium oxygenii illa haud dubie præcipua existimari debet, quod mixturam chemicam cum plerisque corporibus efficiens, flammam gignit. Licet eadem proprietas etiam aliis materiis attribuenda sit, huic tamen, tanquam ignis pabulum maxime vulgare, summo jure competit. Nomen ignis Germanicum Feuer, non aptum videtur, ex quo, levi quadam mutatione, nomen Oxygenii formari possit. Danicum vero ignis nomen Ild, litteris consonantibus magis quam vocalibus constans, huic proposito potius convenire puto. Idem vocabulum in omnibus linguis Scandinavico-Germanicis occurrit; est Anglo-Saxonicum *Älled*, Islandicum *Eldr*, svecicum *Eld*. Nec tantum in linguis nostris reperitur, sed etiam in Græca, ubi *Ἡλιος* solem, *ἔλῃ* vel *ἐλῃ* calorem nec non splendorem solarem, *ἀλέα* similiter calorem, præcipue solarem, significant. In Persica etiam lingua, quam matrem esse nostrarum, jamdiu agnoverunt docti, et ex antiqua Islandica adhuc ulterius comprobabunt nostrates, ignis ala appellatur. In Svecico sermone antiquo accendere similiter ala, in Anglosaxonico *ælan* sonat. Celeberrimus *Johannes ab Ihre*, cujus glossario Sviogothico et diligenter usus sum, quodque chemicis, novarum rerum nomina efficturis, quam maxime commendo, vocabulum latinum oleum nec non græca *ἔλαιον* et *ἀλέα* ex eadem matre nata esse putat. Adjicit: »Imo Lat. oleo nihil aliud, quam nostrum ala olim denotasse, residuum adolesco prodit, ut in illo VIRGILII: Adolescunt ignibus aræ. Nec quemquam turbare debet vocalis a in o commutatio: nam præterquam quod ea nihil frequentius sit, observare licet, nostrum ala in imperfecto ol habere, ut exempla mox adferenda monstrabunt.« Svecicum idem ala etiam gignere, procreare, educare et alere significat. Antiquissimis rerum nominibus sapientiam occultam insitam esse, etiam hoc exemplo comperimus; combustio enim est generatio novi corporis ex conjunctione duorum aliorum, quæ ob naturam diversam et oppositam se invicem attrahunt. Simile aliquid etiam in alio verbo, ignem excitare significanti, occurrit. De Dan. *tænde* loquor, quod Svec. *tænda*, Angl. Sax. *tynan* et *tendan*, Isl. *tendra*, Pers. *zندان* (et ignitabulum *zend*) Lat. *cendere* (in accendere) Germ. *zünden* sonat. Putant multi viri doctissimi, vix sine jure, radicem horum vocabulorum in Celtico *Tan*, quod ignem significat, servatam esse. In Persica lingua *zindagan* i

vitam, et zende vivum significat, ita ut quæ ad vitam et quæ ad ignem pertinent, vocabulis inter se quam maxime similibus, in hac lingua, notentur. Eadem ratione inter se conveniunt vocabula tænda et tan et Islandicum tana, quod crescere denotat; crescere enim non nisi lente generari est. Ex verbo hoc Islandico, Germanicum Tanne potius derivaverim, quam (ob ignis concipiendi facilitatem) ex Celtico illo Tan. (Vid. *Ihre Gloss. Svio. Got. Voc. tænda*). Consensum æqualem in vocabulis Græcis *Θαλλω* vireo, pullulo, et *Θαλνω* calefacio, uro, incendo, invenimus. Hæc omnia, ut mihi videtur, satis ostendunt, nos ad prima lingvarum stamina, unde nomina rerum simplicissimarum sumenda sunt, hic pervenisse. Derivata ex vocabulo Tan variis aliorum vocabulorum similitudinibus offendunt, quæ ab Älled vel Eldr proficiscendo evitantur. Hoc igitur præferendum censemus.

Ex danico vocabulo Ild facile nomen principii nostri igniferi formari potest, litteram *d* mutando in *t*; ita ut Ilt nomen oxygenii in nostra lingua fiat. In lingua Suecica Elt dicerem, nisi plura inde derivata vocabula aliis, sensu longe ab eis diversis, nimium similia fierent. *E* igitur etiam hic in *I* commutandum est, cujus mutationis multa in omnibus linguis occurrunt exempla. Anglo-saxonicum Ælled in Ellt aut Elt, eundem in finem mutari poterit; quæ mutatio quamquam fere omnes vocabuli litteras tangit, nihilominus levissima est, et non nisi contractio et soni acceleratio vocari potest. Derivata horum vocabulorum secundum regulas fiunt, quæ quisque facile Tab. I intuendo inveniet; ubi etiam ubertatem nostræ nomenclaturæ et inopiam jam receptæ adparituram spero. Hoc tantum adjiciendum existimo, me vocabulum gas expulisse, et ejus loco usitatissimum illud Luft, quo etiam usi sunt multi chemici optimi, recepisse. Latinum Aër et Scandinavico-Germanicum Luft non modo aërem circumjectum significat, sed omnia corpora fluida quæ eadem facilitate ac ille vi comprimendi cedunt, et hac vi sublata pristinum spatium denuo occupant. Si pluralem numerum vocabuli Luft admittere nolumus, Luftarter, Luftarten etc. dicere possumus. Est vocabulum gas linguæ Gallicæ necessarium, quia in plurali numero nec dicere (hoc sensu) licebit les airs, nec sine ambagibus semper dici poterit les differens espèces d'air ubi plures aëris species significari deberent. Teneant igitur Galli gas suum ab *Helmontio* mutuatum, nos vero hoc vocabulo commode supersedere possumus. Aërem oxygenicum



non Iltluft, ut ferebat derivatio, sed Ildluft, τῆς εὐφωρίας causa, appellavi. Ubi talis immutatio ad sonum injucundum evitandum aliquid conferre, nec in errorem inducere potest, eam negligere minime oportet, uti in chemia sæpissime factum est.

In hoc et cæteris indicibus lingua patria primum occupat locum, Svecica, nostræ quam maxime similis, secundum, Germanica magis ab ea diversa, quamquam ex eadem stirpe nata, tertium. Quarto loco Hollandica vocabula posui, eisque Gallica subjunxi, quorum duplex est usus; alter quod Hollandica explicant, alter quod nomenclatura chemica hucusque persectissima cum nova nostra comparari potest. Synonyma autem Hollandica, quorum collectionem non nisi mancam et imperfectam mihi comparare licuit, cum apud nos optimi libri Hollandici plerumque tantum in versionibus Germanicis exstent, omisi. In tot vocabulis effingendis, idque in variis linguis, errores certe evitare nequiverim. Quæ ita peccaverim, lectorem æqvum excusaturum spero.

Materia quam hydrogenium Galli, Scandinavico-Germanicæ linguæ vero Vandstof, Väte, Wasserstoff, Waterstoff, appellaverunt, facultate ignis concipiendi eminet; ita ut multi fuerint qui eam omnibus corporibus igni concipiendo aptis inesse, eisque hanc proprietatem impertire putaverint. Scimus eam cum septem partibus et dimidia oxygenii conjungi posse, quibuscum aquam efficit, in qua nulla oxygenii virium manifesta est, licet omnes ibi lateant. Nullum adhuc inventum est corpus, quod ea vi oxygenium coërcere valeat. Ex facultate ardendi igitur nomen ei petendum est, quod etiam ei congruum esse manebit, si vel eandem facultatem in alio quodam corpore majorem forte reperturi simus.

Urere in omnibus fere linguis verbo exprimitur, cujus sonus principalis est *br*; Græce enim πρηθεῖν, dicitur; latinum urere antea burere sonuisse ex composito comburere suspicari licet; Italicum brucciare, Gallicum bruler, Anglicum burn, Scandinavico-Germanica brænde, brænna, brinna, brennen, branden etc. idem confirmant. In lingua Suecica brinna ardere, brænna comburere significat. In lingua Islandica, eadem occurrit differentia, ardeo enim eg brenn, comburo eg brenni sonat. Hoc in præt. part. pass. brenndr, illud brunnin (ubi *u* ut danicum *y* aut germanicum *ü* pronuntiatur) habet. Antiquam germanicam linguam eadem ratione inter brinnan et brennan distinxisse docet cl. *Adelung*. Linguæ Scandinavico-Germanicæ hodiernæ

eandem distinguendi rationem in aliis verbis agnoscunt, ut in vocabulis *ligge, ligga, liegen, liggen et lægge, lägga, legen, leggen*, in *sidde, sitta, sitzen, zitten*, et *sætte, sätta, setzen, zetten*, in *synke, sjunka, sinken, zinken*, et *sænke, sänka, senken* apparet. Eodem jure igitur, quo corpus adustum brand appellatum est, nobis licebit corpus, quod maximum ardendi nisum habet, *brind* vel *brint* vocare. Postremum, ob derivatorum ab aliis verbis maximam dissimilitudinem, præferendum censemus. Tab. II vocabula chemica ab hoc derivata monstrat.

Principia carbonum et aëris azotici certe magna scientiæ mysteria continent, sed nondum satis nota sunt. Recentiora autem inventa spem excitant, fore ut prope adfuturum sit tempus, quo eorum naturam plenius perspicere detur. In tali rerum statu nova his corporibus nomina imponenda non esse existimamus; præcipue cum in alia corpora non nisi vi parva chemica agant, ideoque nomina eorum in lingua artis non tanti sint momenti, quanti sunt nomina oxygenii et hydrogenii.

Vocabulum *Alcali*, diuturno usu in nostris linguis gothicis quasi jus civitatis adeptum, ob peregrinum originem expellere vix ausim, nisi alia commoda inde redundarent; quin etiam mutatio, quæ aliàs per se est incommodum, hic utilitatem suam habet; notio enim alcalinitatis, antea tria tantum corpora, jam omnia aciditatem cohibentia comprehendens, ita dilatata est ut nomen, cui vetus inhæret sensus, utiliter cum novo commutemus. Vim illam aciditatem coërcendi combustionem metallorum generari scimus, qua nitor et cohærentia horum corporum in cineris speciem convertuntur. Abeunt quidem ustione multa etiam metalla in acida, est tamen cinerea forma acidis minime communis; corporibus vero antiacidis omnibus, si unum aëreum excipias, communis est. Huic accedit, quod vim antiacidam primum in cineribus lignorum cognovimus. Ad Arabum igitur exemplum ex cineris nomine nomen corporum aciditatem coërcentium fingendum esse existimo. Sonat hoc in nostra lingua *Aske*, *Svec. Aska*, *Germ. Asche*, *Holl. Asch, Assche*, vel *Asse*. Est igitur *Ask* his omnibus communis. Ad nomen propositum formandum litteram *A* in *Æ* commutabimus, cujus tamen vice in Hollandica lingua fungitur littera *E*; qua literæ *A* in *Æ* commutatione nil est vulgarius, quæque in derivatis ipsius *Aske* v. *Asche* occurrit, ut in Germanico *einäschern* videmus. Litteram finalem *a* vel *e* vocabulorum *Aske*, *Aska*, *Asche* reji-



cimus. Corpus igitur aciditatem coërcens Danice et Svecice Æsk, Germ. Äsch, Holl. Esch appellabimus; et, (id quod nil dissvadet) ad majorem cum aliis vocabulis dissimilitudinem, eadem inter nomina neutra referemus. In Danica nostra lingua pluralis numerus hujus vocabuli, similitudinis cum alio evitandæ gratia, adjecto solo *e* formari debet. In Tab. III videre licet quot ex hoc unico vocabulo in quavis lingvarum Scandinavico-Germanicarum fieri possint derivata, quorum aliqua minus necessaria, nullum tamen superfluum in chemia exponenda futurum esse spero.

Tab. IV vocabula, quæ ad acida et aciditatem pertinent, ostendit; quæ, quamquam magna ex parte notissima sint, enumerare tamen debui, tum propter aliquorum in nomenclatura chemica hodierna abusum, tum propter aliorum neglectionem, qua peregrinis vocabulis locus indigenis debitus relinquebatur.

Metalla in terris et in corporibus alcalinis nuper detecta, ex Latinis ipsorum cinerum nominibus, adjecta syllaba *um* vel *ium*, adsciverunt. Vocabula calium, natrium, calcium, argillium etc. ita formata sunt. In linguis nostris Scandinavico-Germanicis hæc nomina minime admittenda mihi videntur; est enim terminatio vocabuli in *um* vel *ium* nobis quam maxime aliena, et nomina sæpe nimium longa efficit. Accedit, quod, hoc artificio, rebus notissimis nomina peregrina et inaudita attribuuntur: ita calx apud nos Calciumoxid vel potius Calcium-Deutoxid, argilla Argilliumoxid, vel etiam Argillium-Deutoxid appellabitur. Ut huic incommodo succurratur, nomina horum metallorum ex nominibus indigenis terrarum vel alcalium, quibus continentur, formanda sunt. Hoc sæpius fieri potest ope vocabuli antiqui ær, er vel ar, unde Germanicum ehern, æneus. Cel. *Ihre* Latinum æs a Svecico ärr derivandum esse putat. Hæc sunt ipsius verba: »In oculos incurrit harmonia latinæ vocis æs, æris. Utra vero antiquior, voxne Suecorum an Latinorum? Credidero ego certe, eos, qui cuprum habuere, cum merce vocem dedisse. Latium novimus hoc metallo caruisse: Cyprios vero græcosque aliter appellasse.« Quæ opinio viri doctissimi etiamsi non admitteretur, certum tamen maneret, vocabulum ær in linguis nostris antiquissimis temporibus jam receptum fuisse, quod nostro proposito sufficeret. Hoc vocabulum brevitate et simplicitate sua quam maxime idoneum videtur, quod elementum novorum nominum efficiat. In lingua Hollandica, littera æ vel ä destituta, Allemannicum ar vocabulo ær substituo.

Nomina ope hujus vocabuli composita, etiam metallorum, quæ esse theoria sola docuit, in tabula quinta conspiciuntur. In nominibus oxydorum frequentissime syllabam ær omisi, ubi hoc in errorem inducere nequibat. Loco vocabuli Kiesel posui Flint, quod et brevius est et svavius sonat, nec non in omnibus linguis Scandinavico-Germanicis invenitur. Ammonii nomen Scandinavico-Germanicum syllabas finales abjiciendo, formavi, quo facto nomen Ammonis dei restat. Hoc nomen tanto melius conservari potest cum multis aliis metallis nomina divina imposuerint chemici nostri ævi; quod equidem non approbans, factum tamen mutare nollem. Nomina quæ nec significatione inconcinna, nec flexione grammatica, nec sono ingrato offendunt, originis causa minime rejicienda esse existimo. De cætero nomina ex mythologia petere dissuaserim, cum linguam vocabulis ei alienis facile impleant; nec antiquitatis auctoritatem habent; nam appellationes alchemicæ non simpliciter mythologicæ sunt, sed ex mythologia astronomica originem ducunt. Porro constat alchemicos nomina mythologica in rebus metallicis minime ob inopiam aliarum appellationum usurpasse, sed vulgatissima auri, argenti, ferri nomina cum mythologico-astronomicis commutasse; quia tota ipsorum scientia mythologico-astronomica et mystica fuit. Metallorum denique nomina ex planetarum non finxerunt, ut nos facimus, cum unum metallum Palladium, aliud Cererium, aliud Uranium appellamus; sed nomina planetarum sine ulla mutatione pro metallorum posuerunt, ita ut Sol aurum, Luna argentum, Venus cuprum significaret.

Metallo alcali vegetabilis nomen comminisci difficilior videtur. Ex vocabulo Potaske vel Pottasche nullo modo fieri potest. Vocabulum Kali certe huic usui multo magis est idoneum, offendit tamen sono in plerisque compositis. Kaliær nimis erit durum. Kalær et Kalæsk vel Kaläsch potius toleranda essent, nisi similitudinibus quibusdam offenderent. Cum denominationes alcali vegetabilis jam variæ et multæ tentatæ sint, v. c. in lingua Germanica Pottasche, Weinsteinsalz, Pflanzenalkali, Gewächslaugensalz, Kali, quarum nulla per longum tempus cæteras excludere potuit, novæ me absque temeritate periculum adhuc facere posse puto. Vidimus jam supra inter nomina simplicissima ignis vocabulum Tan fuisse; tana vero crescere, virescere denotasse, qua de causa metallum alcali vegetabilis, quod et magna cupiditate ignem suscipit, et in fere omnibus materiis e regno vegetabili con-



tinetur, aptissime Tanær appellari posse existimo. Cinis hujus metalli igitur Tanæsk vel Tanäsch vocabitur, cujus vocis sonum multo svaviorem esse quam Kaliumoxid, quis est qui non sentiat.

Materiam metallicam, in natro impuro, soude de varech appellato nuper detectam, propter splendorem metallicum et naturam volatilem Fluglit nominavi. Prima hujus vocabuli syllaba sonum præcipuum in omnibus verbis Scandinavico-Germanicis, quæ volare significant, efficit; posterior in lingua Islandica splendorem denotat, et a Cel. *Fulda* inter vocabula primitiva Germanica non injuria numeratur. Nomen Græco-Gallicum hujus materiæ ex vocabulo Græco *ιώδης* violaceus, propter colorem vaporum, factum est.

Num aër, quem acidum muriaticum oxygenatum vocamus, re vera ex acido muriatico et principio oxygenico sit compositus, an corpus sit simplex, quod cum hydrogenio junctum acidum efficiat muriaticum, inter chemicos nondum constat. Cel. *Davy*, qui hunc aërem simplicem esse putat, eundem ob colorem chlorine appellavit. Ego ex virtute caustica potius nomen ei quæsiverim. Quod autem Latine causticum vocatur, apud nos ätsende, vel etsend, ex vocabulis æde, æta, essen, eeten, dicitur. Chlorine igitur celeberrimi *Davy* in nostris lingvis Ætsel, Ätzel vel Etsel vocaverim.

Hæ sunt præcipuæ emendationes nominum corporum primi et secundi simplicitatis chemicæ gradus. Cætera nomina ex his omnia componuntur. Quantum breviora et pronuntiatio faciliora hæc nova, quam hucusque usitata vocabula, evadant, chemicum neminem fugiet. Ut exempla ex lingua Germanica, tot præclaris scriptoribus illustrata, sumamus, quis est qui dubitet, utrum præferendum nostrum Schwefelsaures Eisenäschel an usitatum oxidirtes schwefelsaures Eisen, nostrum Schwefelbrintiges Tanäsch an usitatum Schwefelwasserstoffhaltiges Kali vel Hydrothionsaures Kali, nostrum Schwefelbrintiges Schwefeltanäsch an usitatum Schwefelwasserstoffhaltiges Schwefelkali, vel etiam Gallicum Hydrosulphure sulphuré de potasse. Svecica nomina corporum compositorum opera celeberrimi *Berzelii* breviora cæteris jam facta erant. Divisionem quam proposuit corporum combustorum non acidorum in sub-oxida, oxida sensu strictiori et super-oxida in fine Tab. I imitati sumus. Similiter nostra divisio corporum anti-acidorum in Äsk et Äskel ab ipsius in oxidul et oxid non nisi sono differt. Nostrum autem

totius dictionis artis ab integro reformandæ tentamen nova harum adtulit rerum nomina, quæ et indigena sunt, et brevitate cæterorumque affinitate quam maxime sese commendant.

Quamquam autem nomina compositorum jam multo breviora et usui commodiora reddita sunt, restat tamen incommodum omnibus secundum recentiorem nomenclaturam formatis nominibus inhærens, quod scilicet nomen rei, compositæ quidem, sed simplicissimæ speciem præ se ferentis, duobus vocabulis efficitur. Cui accedit quod alterum horum vocabulorum nominis adjectivi formam habet, quamquam elementum compositi æque ac illud quod substantivi habet formam significet. Offendit hoc parum, ubi de enumeratione compositorum ex certis elementis agitur, sed vix tolerari potest, quando effectus corporis, in quibus non tamquam compositum, sed tamquam unum et totum, se præbet, describendi sunt.

Hac de causa novum appellationum genus, quo, cum præcedente alternatim uti possimus, introducendum esse existimo. Ita duas appellationum series habebimus; quod quidem primo ad spectu memoriæ immenso oneri fore videri possit, re vero perpensa, hoc onus levissimum et fere nullum esse invenietur. Nomina enim ex elementorum nominibus, ut in prima appellationum serie, componemus, ea sola differentia, ut quodvis nomen unum efficiat vocabulum. Ecce hic componendi rationem. Quodvis salium primi ordinis ex uno corpore acido et altero antiacido compositum esse, chemia docet. Si igitur nomen corpus salinum esse quodammodo indicat, ex elementorum nominibus omnes syllabæ abjici possunt, quæ tantum ad statum acidum vel antiacidum denotandum pertinent. Ordine enim nominum elementorum significari potest quodnam acido et quodnam antiacido sit adtribuendum. Ita SvovelNaterSalt<sup>1</sup> pro Svovelsurt Nateræsk, SchwefelNaterSalz pro Schwefelsaures Nateräsch, et sic porro, dicere possemus, si modo inter nos convenisset acidi nomini primum dare locum. Inter salia autem, quæ acidum oxigenio saturatum continent et ea, quæ acidum habent non saturatum, tale quale Syriling, Säuerling vocamus, magna intercedit diversitas. Nomine hanc indicaturi, sal cujus acidum Syriling vel Säuerling vocamus, Danice et Svecice Salting, Germanice vero Geselz, Hollandice Gezoud appellabimus. SvovelAmmonSalting,

<sup>1</sup> Ita imprimenda esse hæc nomina, ut elementa primo ad spectu cognoscantur, mihi videtur.



SvafvelAmmonSalting, SchwefelAmmonGeselz, Zwavel-AmmonGezoud, idem significat ac Svovelsyrligt Ammonäsk, Schwefelsäuerliges Ammonäsch etc. Salia etiam pro diverso principii antiacidi oxidationis gradu distincta sunt. Sal cujus principium antiacidum aut in infimo aut in unico oxidationis statu continetur, Salt vel Salting, Salz vel Geselz, Zoud vel Gezoud appellabitur; quod vero principium antiacidum quam maxime oxidatum, Æskel, Äschel a nobis vocatum, habet, Salsel, Selzel, Zoutel vel Salsling, Geselzel, Gezoutel pro acidi diversa oxidationem nominari possunt.

Novæ huic methodo salium nomina componendi adhuc subsidio venit inventum illud *Berzelicum*, quod corpora non combusta, certis proportionibus chemice conjuncti, per oxidationem in vera salia abeunt, quorum principia acida et antiacida inter se eandem proportionem servant ac si solito modo commixta fuerint. Si vero sal tamquam corpus compositum ex duobus non combustis, combustionem in salis formam redactum, considerari potest, nomen ipsius ex nominibus elementorum non combustorum, cum indicatione status combusti, bene componetur. En igitur quas proponimus nomenclaturæ chemicæ tabulas.

---

TABULÆ COMPARATIVÆ  
TECHNICORUM IN CHEMIA VOCABULORUM  
IN LINGUIS  
SCANDINAVICO-GERMANICIS ET GALLICA

TAB. I. VOCABULA TECHNICA CHEMIÆ

DANICA	SVECICA	GERMANICA	HOLLAND. ET GALLICA
<i>Ilt</i> , s. m. Surstof, syre-av- lende Stof.	<i>Ilt</i> , s. m. Syre.	<i>Elt</i> , s. m. Sauerstoff, säu- reerzeugender Stoff.	<i>Elt</i> , s. m. Oxygène.
<i>Ilte</i> , verb. forene med Surstof, forsyre, oxi- dere.	<i>Iltta</i> , verb. syrsätta.	<i>Elten</i> , verb. Mit Sauer- stoff verbinden, sau- erstoffen, oxidiren.	<i>Elten</i> , verb. Oxygéner.
<i>Iltet</i> , part. Oxideret, for- enet med Surstof, sy- ret.	<i>Iltad</i> , part. Syrsatt.	<i>Geeltet</i> , part. Mit Sauer- stoff verbunden, ge- sauerstofft, oxidirt.	<i>Geëlt</i> , part. Oxygéné.
<i>Ilte</i> , s. n. Oxid, Halv- syre.	<i>Ilte</i> , s. n. Oxid, syrsatt Kropp.	<i>Geelt</i> , s. n. Ein Oxid, Halbsäure.	<i>Geëlt</i> , s. n. Oxide.
<i>Iltning</i> , s. m. Oxidation, Forsyring.	<i>Iltning</i> , s. m. Syrsätt- ning.	<i>Eltung</i> , s. f. Sauerstof- fung, Oxidation.	<i>Elting</i> , s. f. Oxidation.
<i>Iltelig</i> , adj. Forenbar med Ilt.	<i>Iltelig</i> , adj. Förenbar med Ilt.	<i>Eltbar</i> , adj. Mit <i>Elt</i> vereinbar.	<i>Eltbaar</i> , adj. Oxidable.
<i>Afilte</i> , verb. Skille ved Surstof, desoxidere, reducere.	<i>Afilta</i> , verb. Frånskilja Syre, desoxidera, re- ducera.	<i>Entelten</i> , verb. Des Sau- erstoffs berauben, entsauerstofften, des- oxidiren, reducireren.	<i>Ontëltten</i> , verb. Desoxygéner. Desoxider.
<i>Afiltning</i> , s. m. Skilning fra Surstof, Desoxida- tion, Reduction.	<i>Afiltning</i> , s. m. Syrets Frånskiljning, Des- oxidation, Reduc- tion.	<i>Enteltung</i> , s. f. Berau- bung des Sauerstof- fes, Entsauerstoffung, Desoxidation, Reduc- tion.	<i>Ontëlting</i> , s. f. Desoxygénation. Desoxidation.
<i>Ildluft</i> , s. m. Surstofgas.	<i>Iltluft</i> , s. m. Syrgas.	<i>Eldluft</i> , s. f. Sauerstoff- gas.	<i>Eltlucht</i> , s. f. Gas oxygène.
<i>Forilte</i> , s. n. Oxid af første Grad, Halvsyre af første Grad.	<i>Förilte</i> , s. n. Oxid af första Graden.	<i>Vorgeelt</i> , s. n. Oxid oder Halbsäure vom ersten Grade.	<i>Vorgeëlt</i> , s. n. Protoxide.
<i>Tveilte</i> , s. n. Oxid eller Halvsyre af anden Grad.	<i>Tveilte</i> , s. n. Oxid af andra Graden.	<i>Zwiegeelt</i> , s. n. Oxid oder Halbsäure vom zweiten Grade.	<i>Tweegeëlt</i> , s. n. Deutoxide.
<i>Treilte</i> , s. n. Oxid eller Halvsyre af tredje Grad.	<i>Treilte</i> , s. n. Oxid af tredje Graden.	<i>Dritgeelt</i> , s. n. Oxid oder Halbsäure vom dritten Grade.	<i>Driegeëlt</i> , s. n. Tritoxide.



DANICA	SVECICA	GERMANICA	HOLLAND. ET GALLICA
<i>Firilte</i> , s. n. Oxid eller Halvsyre af fjerde Grad.	<i>Fyirilte</i> , s. n. Oxid af fjerde Graden.	<i>Viertgeelt</i> , s. n. Oxid oder Halbsäure vom viertem Grade.	<i>Viergeëlt</i> , s. n. Tetroxide.
<i>Fuldilte</i> , s. n. Oxid eller Halvsyre af sidste Grad.	<i>Fullilte</i> , s. n. Oxid af sista Graden.	<i>Vollgeelt</i> , s. n. Oxid oder Halbsäure vom letzten Grade.	<i>Volgeëlt</i> , s. n. Peroxide.
<i>Underilte</i> , s. n. Suboxid, et med yderst lidt Surstof forbundet Legeme, der ei uforandret kan indgaae Saltforbindelser.	<i>Underilte</i> , s. n. Suboxid, efter <i>Berzelius</i> .	<i>Untergeelt</i> , s. n. Ein mit Sauerstoff so schwach vereinigter Körper, dasz er nicht, ohne sich zu verändern Salzverbindungen eingehen kann.	<i>Ondergeëlt</i> , s. n. Een met Elt zoo zwak verëenigd Ligchaam, dat het niet zonder zich te verändern, met Zuuren vermengd Zouten kan voortbrengen.
<i>Midilte</i> , s. n. Oxid i Ordets snævrere Betydning, et med Surstof forbundet Legeme, der med Syrer og suragtige Legemer danner Salte.	<i>Medelilte</i> , s. n. Oxid. i Ordets mera in-skränkta Bemärkelse, efter <i>Berzelius</i> .	<i>Mittelgeelt</i> , s. n. Ein Oxid, welches mit den Säuren und säure-ähnlichen Körpern Salzverbindungen einzugehen vermag.	<i>Middelgeëlt</i> , s. n. Een Oxide het welke met de Zuuren en zuurglyken Ligchaamen Zoutverbindungen vermag voorttebrengen.
<i>Overilte</i> , s. n. Superoxid, et med meget Surstof forbundet Legeme, der uforandret hverken forener sig med Syrer eller Alkalier.	<i>Öfverilte</i> , s. n. Superoxid, efter <i>Berzelius</i> .	<i>Obergeelt</i> , s. n. Ein mit vielem Sauerstoff verbundner Körper, welcher sich weder mit Säuren noch Alkalien verbinden kann.	<i>Overgeëlt</i> , s. n. Een met veel Elt verbonden Ligchaam, het welke zich noch met Zuuren noch met Alcalien verbinden kan.

TAB. II.

## VOCABULA TECHNICA CHEMIÆ

DANICA	SVECICA	GERMANICA	HOLLAND. ET GALLICA
<i>Brint</i> , s. m. Vandstof, vandavlende Stof.	<i>Brint</i> , s. m. Väte.	<i>Brint</i> , s. m. Wasserstoff, wassererzeugender Stoff.	<i>Brint</i> , s. m. Hydrogène.
<i>Brinte</i> , verb. forene med Vandstof.	<i>Brinta</i> , verb. Att förbinda med Väte.	<i>Brinten</i> , verb. mit Wasserstoff verbinden, wasserstoffen.	<i>Brinten</i> , verb. Hydrogéner.
<i>Brinte</i> , s. n. Et med Vandstof forbundet Legeme.	<i>Brinte</i> , s. n. En vätbunden Kropp.	<i>Gebrint</i> , s. n. Ein mit Wasserstoff verbundner Körper.	<i>Gebrint</i> , s. n. Hydrure.
<i>Brintning</i> , s. m. Forening med Vandstof.	<i>Brintning</i> , s. m. Föreningen med Väte.	<i>Brintung</i> , s. f. Verbindung mit Wasserstoff.	<i>Brinting</i> , s. f. Hydrogènation.

DANICA	SVECICA	GERMANICA	HOLLAND. ET GALLICA
<i>Brintelig</i> , adj. Forenbar med Vandstof.	<i>Brintbar</i> , adj. Förenbar med Väte.	<i>Brintbar</i> , adj. Mit Wasserstoff vereinbar.	<i>Brintbaar</i> , adj. Hydrogénable.
<i>Afbrinte</i> , verb. Skille ved Vandstof.	<i>Afbrinta</i> , verb. Att frånskilja Väte.	<i>Entbrinten</i> , verb. Des Wasserstoffs berauben.	<i>Ontbrinten</i> , verb. Deshydrogénér.
<i>Afbrintning</i> , s. m. Adskilning fra Vandstof.	<i>Afbrintning</i> , s. m. Våtets Frånskiljning.	<i>Entbrintung</i> , s. f. Abscheidung des Wasserstoffs.	<i>Ontbrinting</i> , s. f. Deshydrogénation.
<i>Brindluft</i> , s. m. Vandstofgas.	<i>Brindluft</i> , s. m. Vätgas.	<i>Brintluft</i> , s. f. Wasserstoffgas.	<i>Brintlucht</i> , s. f. Gas hydrogène.
<i>Forbrinte</i> , s. n. Et Legeme forbundet med Vandstof i første Grad.	<i>Förstbrinte</i> , s. n. En i första Graden vätbunden Kropp.	<i>Vorgebrint</i> , s. n. Ein mit Wasserstoff im niedrigsten Grade verbundner Körper.	<i>Voorgebrint</i> , s. n. Protohydrure.
<i>Tvebrinte</i> , s. n. Et Legeme forbundet med Vandstof i anden Grad.	<i>Tvebrinte</i> , s. n. En i andra Graden vätbunden Kropp.	<i>Zwiegebrint</i> , s. n. Ein mit Wasserstoff im zweitem Grade gesättigter Körper.	<i>Tweegebrint</i> , s. n. Deutohydrure.
<i>Fuldbrinte</i> , s. n. Et Legeme der er mættet med Vandstof.	<i>Fullbrinte</i> , s. n. En i sista Graden vätbunden Kropp.	<i>Vollgebrint</i> , s. n. Ein mit Wasserstoff gesättigter Körper.	<i>Volgebrint</i> , s. n. Perhydrure.

TAB. III.

## VOCABULA TECHNICA CHEMIÆ

DANICA	SVECICA	GERMANICA	HOLLAND. ET GALLICA
<i>Æsk</i> , s. n. plur. Æskene, Alkali eller Ludsalt i en vidtløftigere Bemærkelse af Ordet. Saltgrundlag, Basis.	<i>Äsk</i> , s. n. Ett Alkali i Ordets vidsträktare Betydning. Saltbasis.	<i>Äsch</i> , s. n. Alkali oder Laugensalz im weitläuftigeren Sinne, Salzgrundlage, Basis.	<i>Esch</i> , s. n. Alkali, dans l'acception la plus étendue du mot.
<i>Æskig</i> , adj. Alkalisk, i Ordets vidtløftigere Betydning, basisk.	<i>Äskig</i> , adj. Alkalinsk i Ordets vidsträktare Betydning, basisk.	<i>Äschig</i> , adj. Alkalisch, im weitläuftigeren Sinne, basisch.	<i>Esschig</i> , adj. Alcalin, dans la même acception.
<i>Æskighed</i> , s. m. Alkaliskhed, i O. v. B. Basiskhed.	<i>Äskighet</i> , s. f. Alkaliskhet i O. v. B.	<i>Äschigkeit</i> , s. f. Alkalität, i. w. S. Basicität.	<i>Esschigheid</i> , s. f. Alcalinité, dans la même acception.
<i>Æskne</i> , v. At vorde alkalisk eller æskig, alcalescere, i O. v. B.	<i>Äskna</i> , v. Att blifva äskig, alcalescere, i O. v. B.	<i>Äschig werden</i> , alcalesciren, i. w. S.	<i>Esschen</i> , verb. Esschig worden. Alcalescer, d. l. m. a.



DANICA	SVECICA	GERMANICA	HOLLAND. ET GALLICA
<i>Metalæsk</i> , s. n. Det meest-æskige blandt de to æskige Ilter et Metal kan give. Oxydul; f. E. <i>Jernæsk</i> , sort Jernilte.	<i>Metaläsk</i> , s. n. Den mestäskiga af de två äskiga Ilter en Metal kan gifva. Oxydul; t. E. <i>Jernäsk</i> , swart Jernilte.	<i>Metaläsch</i> , s. n. Das äschigste der beiden äschigen Geelte, welches ein Metall geben kann. Oxydul; z. B. <i>Eisenäsch</i> , schwarzes Eisengeelt.	<i>Metaalësh</i> , n. Het esschste der beyden esschige Geëlden, het welke een Metaal kan geven, b. V. <i>Yzeresch</i> , zwart Yzergeëlt. Oxidul.
<i>Metalæskel</i> , s. n. Det mindstæskige blandt de to æskige Ilter et Metal kan give, Oxid i Ordets snævrere Bemærkelse; f. E. <i>Jernæskel</i> , rødt Jernilte.	<i>Metaläskel</i> , s. n. Den minstäskiga af de två äskiga Ilter en Metal kan gifva. Oxid i Ordets inskräntare Betydning; t. E. <i>Jernäskel</i> , rødt Jernilte.	<i>Metaläschel</i> , s. n. Das am wenigsten äschige der beiden äschigen Geelte, welche ein Metall geben kann. Oxid im engern Sinne; z. B. <i>Eisenäschel</i> , rothes Eisengeelt.	<i>Metaalëshel</i> , s. n. Het mindst esschige der beyden esschige Geëlden, dat een Metaal kan geven; b. V. <i>Yzereschel</i> , rood Yzergeëlt.
<i>Flydæsk</i> , s. n. Saaledes kaldes de tre letopløselige Alkalier.	<i>Flytäs</i> , s. n. Således kaldes de tre lättuplösliga Alkalier.	<i>Flieszäsch</i> , s. n. So werden die drei leichtauflösligen Alkalien genannt.	<i>Vloeyesch</i> , s. n. Zoo woorden de drie ligt-oploslyke Alkalien genoemd.
<i>Løsæsk</i> , s. n. Et Æsk, der for at opløses behøver mere end 3 og mindre end 1000 Gange sin Vægt Vand.	<i>Lösäs</i> , s. n. Ett Äsk, som för att uplösas behöfver, mera än 3 och mindre än 1000 gånger sin egen Vigt af Vatten.	<i>Löszäsch</i> , s. n. Ein Äsch welches mehr als 3 und weniger als 1000 Mahl sein Gewicht von Wasser zur Auflösung braucht.	<i>Loschesch</i> , s. n. Een Esch dat meer dan 3 en minder dan 1000 maal zyn Gewicht van Water tot Oplosching vereischt.
<i>Skarpæsk</i> , s. n. Ethvert Æsk der har nogen kjendelig Opløselighed i Vand.	<i>Skarpäs</i> , s. n. Hvarje Äsk, som har någon märkbar Upplöslighet i Vatten.	<i>Scharfäsch</i> , s. n. Ein jedes Äsch das eine deutliche Auflösbarkeit im Wasser zeigt.	<i>Scherpesch</i> , s. n. Een Esch dat eene duidelijke Oploschbaarheid in het Water toont.
<i>Jordæsk</i> , s. n. Et Æsk der ikke besidder nogen kjendelig Opløselighed i Vand.	<i>Jordäs</i> , s. n. Et Äsk, som icke har någon märkbar Upplöslighet i Vatten.	<i>Erdäsch</i> , s. n. Ein Äsch das keine deutliche Auflösbarkeit im Wasser zeigt.	<i>Aardesch</i> , s. n. Een Esch dat gene duidelijke Oploschbaarheid in het Water toont.
<i>Modæskig</i> , adj. Æskighed ophævende, en Egenskab ved Surheden, betragtet som Æskighedens Mod sætning.	<i>Motäs</i> , adj. Äskighet upphäfvande, en Egenskab hos Syror-na betraktade som Äskenes Motsättning.	<i>Gegenäschig</i> , adj. Fähig die Äschigkeit aufzuheben, eine Eigenschaft der Sauerkeit, im Gegensatz der Äschigkeit betrachtet.	<i>Tegenesschig</i> , adj. Bekwaam om de Esschigheid te bedwingen; eene Hoedanigheid der Zuurte als Tegenoverstelling der Esschigheid beschouwd.
<i>Modæskighed</i> , s. m. Den Egenskab at være modæskig.	<i>Motäskighet</i> , s. f. Den Egenskab att vara motäskig.	<i>Gegenäschigkeit</i> , s. f. Die Eigenschaft gegenäschig zu sein.	<i>Tegenesschigheid</i> , s. f. De Hoedanigheid tegenesschig te zyn.

DANICA	SVECICA	GERMANICA	HOLLAND. ET GALLICA
<i>Fuldæsk</i> , s. n. Et Æsk der ingen mærkelig Surhed viser.	<i>Fulläsk</i> , s. n. Ett Äsk, som intet märkbart Tecken till Surhet visar.	<i>Volläsch</i> , s. n. Ein Äsch welches keine merkbare Sauerkeit zeigt.	<i>Volesch</i> , s. n. Een Esch dat gene merkelyke Zuurte toont.
<i>Halvæsk</i> , s. n. Et Æsk som viser kjændelige Spor af Surhed.	<i>Halbäsk</i> , s. n. Ett Äsk, som visar märkbara Tecken af Surhet.	<i>Halbäsch</i> , s. n. Ein Äsch, welches deutliche Spuren der Sauerkeit zeigt.	<i>Halfesch</i> , s. n. Een Esch dat duidelyke Spooren van Zuurte toont.

TAB. IV. VOCABULA TECHNICA CHEMIÆ

DANICA	SVECICA	GERMANICA	HOLLAND. ET GALLICA
<i>Syre</i> , s. m. I vidtløftigere Betydning, alle de Legemer der kunne ophæve Æskigheden; i snævrere Betydning en Syre hvis Grundstof er mættet med Ilt.	<i>Syra</i> , s. f. I vidtstraktare Betydning, alla de Kroppar som kunna upphäva Äskigheten; i mera inskränkt, en Syra hvars brännbara Ämne är mättat med Ilt.	<i>Säure</i> , s. f. In der weitern Bedeutung, alle Körper welche die Äschigkeit aufheben; in der engern, eine Säure deren Brennbares nicht mehr Elt aufnehmen kann.	<i>Zuur</i> , s. n. In die uitgestrekte Beteknis, alle Lichaamen, welken de Eschheid bedwingen, in de enge Beteknis een Zuur, wiens brandbare Grondstof niet meer Elt ontnemen kann. Acide.
<i>Syrling</i> , s. m. En iltholdig Syre, hvis Grundstof ikke er mættet med Ilt.	<i>Syrling</i> , s. m. En ilthaltig Syra, hvars Grundämne ikke är mättat med Ilt. Den gamla Benämnelse <i>Syrlighet</i> uttrycker en Beskaffenhet, ei en Substance.	<i>Säuerling</i> , s. f. Eine elthaltige Säure, deren Brennbares noch nicht mit Elt gesättiget ist.	<i>Zuurling</i> , s. m. Een eltbavattend Zuur, wiens Grondstof niet met Elt verzadigd is.
<i>Sur</i> , adj. <i>Surhed</i> , s. m.	<i>Sur</i> , adj. <i>Surhet</i> , s. f.	<i>Sauer</i> , adj. <i>Sauerkeit</i> , s. f.	<i>Zuur</i> , adj. Acide. <i>Zuurte</i> , s. f. Acidité.
<i>Syrlig</i> , adj. Svagt sur. I Saltnavnene er det Adjectivet af Syrling.	<i>Syrlig</i> , adj. Svagt sur. I Saltnamne är det Adjectivet af Syrling.	<i>Säuerlich</i> , adj. Schwach sauer. In den Salznamen ein Adjectiv von Säuerling.	<i>Zuurachtig</i> , adj. Zwak zuur.
<i>Syrlighed</i> , s. m. Beskaffenheden at være syrlig.	<i>Syrlighet</i> , s. f. Egen skapen att vara svagt sur. Således som detta Ord hitintills har varit brukat i Konstspråket bör förkastas.	<i>Säuerlichkeit</i> , s. f. Die Eigenschaft schwach sauer zu seyn.	<i>Zuurachtigheid</i> , s. f. De Hoedanigheid zwak zuur te zyn.



DANICA	SVECICA	GERMANICA	HOLLAND. ET GALLICA
<i>Surne</i> , verb. Vorde sur.	<i>Surna</i> , verb. Att blifva sur.	<i>Sauern</i> , verb. Sauer werden.	<i>Zuuren</i> , verb. Zuur worden.
<i>Syre</i> , verb. At gjøre sur.	<i>Syra</i> , verb. Att göra sur.	<i>Säuern</i> , verb. Sauer machen.	<i>Zuurmaken</i> , verb. Acidifier.
<i>Syrning</i> , s. m. Handlingen at syre.	<i>Syrning</i> , s. m. Den Handlingen at syra.	<i>Säuerung</i> , s. f. Die Handlung wodurch gesäuert wird.	<i>Zuurmaking</i> , s. f. Acidification.
<i>Modsur</i> , adj. Syreophævende, et Tillægsord for æskige Legemer, naar de blot be- tragtes i Modsætning til Syre.	<i>Motsur</i> , adj. Syraupphæfvande, et Prädikat for åskiga Krop- par, då de blott be- traktas i Motsätt- ning till Syra.	<i>Gegensauer</i> , adj. Säureaufhebend, ein Beywort für die åschigen Körper in soweit sie als Ge- gensatz der Säuren betrachtet werden.	<i>Tegenzuur</i> , adj. Zuurbeneemend, een by- vogelyk naamword voor de esschige Lig- chamen voor so ver- ne zy als Tegenover- stelling der Zuuren beschoud worden. Antacide.
<i>Modsurhed</i> , s. m. Den Egenskab at være modsur.	<i>Motsurhet</i> , s. f. Den Egenskab att vara motsur.	<i>Gegensauerkeit</i> , s. f. Die Eigenschaft Sauerkeit aufzuhe- ben.	<i>Tegenzuurheid</i> , s. f. De Hoedanigheid Zuurte te benemen.
<i>Syredæmper</i> , s. m. Et Legeme der ophæver Surhed, et Æsk be- tragtet blot som Mid- del til at ophæve Surhed.	<i>Syrdämpare</i> , s. m. En Kropp, som upphä- ver Surheten. Ett Åsk betraktat blott som Syraupphäfvande.	<i>Säuredempfer</i> , s. m. Ein Stoff welcher die Sauerkeit auf- hebt, ein Åsch als bloszes Mittel gegen die Sauerkeit be- trachtet.	<i>Zuurdemper</i> , s. m. Een Stof welke de Zuur- te opheft; een Esch alleen als middel tegen de Zuurte beschouwd.
<i>Syredæmpning</i> , s. m. Den Handling hvor- ved Surhed dæmpes.	<i>Syrdämpning</i> , s. m. Den Handling hvor- ved Surhet dämpas.	<i>Säuredempfung</i> , s. f. Die Handlung wo- durch die Sauerkeit gedempft wird.	<i>Zuurdæmpning</i> , s. f. De Handeling wardoor de Zuurte gedempt wordt.
<i>Fuldsyre</i> , s. m. En Syre der ikke viser mær- keligt Spor af Æs- kighed.	<i>Fullsyra</i> , s. f. En Syra som icke visar märk- bart Tecken till Åskig- het.	<i>Vollsäure</i> , s. f. Eine Säure welche keine merkliche Spuhren der Åschigkeit zeigt.	<i>Volzuur</i> , s. n. Een Zuur dat gene merkelyke Spooren der Eschheid toont.
<i>Halvsyre</i> , s. m. Et surt Legeme, der tillige viser kjendeligt Spor af Æskighed.	<i>Halfsyra</i> , s. f. En sur Kropp, som tillika visar märkbare Te- cken till Åskighet.	<i>Halbsäure</i> , s. f. Ein saurer Körper, wel- cher auch deutliche Spuhren der Åschig- keit zeigt.	<i>Halfzuur</i> , s. n. Een zuur Ligchaam, dat insge- lyks duidelyke Spoo- ren van Eschheid toont.

TAB. V.

## VOCABULA TECHNICA CHEMIÆ

DANICA	SVECICA	GERMANICA	HOLLAND. ET GALLICA
<i>Ammon</i> , s. n. Ammonium, Ammoniakmetal. <i>Ammonæsk</i> , s. n. Ammoniak.	<i>Ammon</i> , s. n. Ammoniak, Ammoniakmetal. <i>Ammonäsk</i> , s. n. Ammoniak.	<i>Ammon</i> , s. n. Ammonium, Ammoniakmetal. <i>Ammonäsch</i> , s. n. Ammoniak.	<i>Ammon</i> , s. n. Ammonium. <i>Ammonësch</i> , s. n. Ammoniac, oxide d'ammonium.
<i>Tanær</i> , s. n. Kalium, Kalimetall. <i>Tanæsk</i> , s. n. Kali, reen Potaske.	<i>Tanär</i> , s. n. Kalium, Kalimetall. <i>Tanäsk</i> , s. n. Kali, ren Potaska.	<i>Tanär</i> , s. n. Kalium, Kalimetall. <i>Tanäsch</i> , s. n. Kali.	<i>Tanar</i> , Potassium. <i>Tanësch</i> , Potasse, Deutoxide de Potassium.
<i>Nater</i> , s. n. Natrium, Natronmetal. <i>Nateræsk</i> , s. n. Natrum, Mineralalkali.	<i>Nater</i> , s. n. Natrium, Natronmetal. <i>Nateräsk</i> , s. n. Natrum, Mineralalkali.	<i>Nater</i> , s. n. Natrium, Natrummetal. <i>Nateräsch</i> , s. n. Natrum.	<i>Nater</i> , s. n. Sodium. <i>Naterësch</i> , Soude, Deutoxide de sodium.
<i>Barytær</i> , s. n. Baryum, Barytmetal. <i>Barytæsk</i> , s. n. Baryt Tungjord.	<i>Barytär</i> , s. n. Baryum, Barytmetal. <i>Barytäsk</i> , s. n. Baryt, Tungjord.	<i>Barytär</i> , s. n. Baryum, Barytmetal. <i>Barytäsch</i> , s. n. Baryt, Schwererde.	<i>Barytar</i> , s. n. Baryum. <i>Barytësch</i> , s. n. Baryte, Deutoxide de Baryum?
<i>Strontinær</i> , s. n. Strontium, Strontianmetal. <i>Strontinæsk</i> , s. n. Strontian, Strontianjord.	<i>Strontinär</i> , s. n. Strontium, Strontianmetal. <i>Strontinäsk</i> , s. n. Strontian, Strontianjord.	<i>Strontinär</i> , s. n. Strontium, Strontianmetal. <i>Strontinäsch</i> , s. n. Strontian, Strontianerde.	<i>Strontinar</i> , Strontium. <i>Strontinësch</i> , Strontiane, Deutoxide de strontium?
<i>Kalkær</i> , s. n. Calcium, Kalkmetal. <i>Kalkæsk</i> , s. n. Kalk, Kalkjord.	<i>Kalkär</i> , s. n. Calcium, Kalkmetal. <i>Kalkäsk</i> , s. n. Kalk, Kalkjord.	<i>Kalkär</i> , s. n. Calcium, Kalkmetal. <i>Kalkäsch</i> , s. n. Kalk, Kalkerde.	<i>Kalkar</i> , Calcium. <i>Kalkësch</i> , Chaux, Deutoxide de Calcium?
<i>Talkær</i> , s. n. Magnium, Magnesiametal. <i>Talkæsk</i> , s. n. Magnesia, Talkjord.	<i>Talkär</i> , s. n. Magnium, Magnesiametal. <i>Talkäsk</i> , s. n. Magnesia, Talkjord.	<i>Talkär</i> , s. n. Magnium, Magnesiametal. <i>Talkäsch</i> , s. n. Magnesia, Talkerde.	<i>Talkar</i> , Magnesium. <i>Talkësch</i> , Magnésie, Deutoxide de Magnesium?
<i>Circonær</i> , s. n. Circonium, Circonmetal. <i>Circonilte</i> , s. n. Circonjord.	<i>Circonär</i> , s. n. Circonium, Circonmetal. <i>Circonilta</i> , s. n. Circonjord.	<i>Circonär</i> , s. n. Circonium, Circonmetal. <i>Circongeelt</i> , s. n. Circonerde.	<i>Circonar</i> , Circonium. <i>Circongeëlt</i> , Circone, Oxide de Circonium.
<i>Ytterær</i> , s. n. Yttrium, Yttermetal. <i>Ytterilte</i> , s. n. Yttria, Ytterjord.	<i>Ytterär</i> , s. n. Yttrium, Yttermetal. <i>Ytterilte</i> , s. n. Yttria, Ytterjord.	<i>Ytterär</i> , s. n. Yttrium, Yttermetal. <i>Yttergeelt</i> , s. n. Yttria, Yttererde.	<i>Ytterar</i> , s. n. Yttrium. <i>Yttergeëlt</i> , Yttria, Oxide d'yttrium.



DANICA	SVECICA	GERMANICA	HOLLAND. ET GALLICA
<i>Leercær</i> , s. n. Argillium, Leermetal. <i>Leerilte</i> , s. n. Leer, Leerjord.	<i>Leerär</i> , s. n. Argillium, Leermetall. <i>Leerilte</i> , s. n. Leer, Leerjord.	<i>Lehmär</i> , s. n. Argillium, Thonmetall. <i>Lehmgeelt</i> , s. n. Thon, Thonerde.	<i>Leemar</i> , s. n. Argillium. <i>Leemgeëlt</i> , Alumine, Oxide d'argillium.
<i>Glycinær</i> , s. n. Glycinium, Glycinmetal. <i>Glycinilte</i> , s. n. Glycinjord.	<i>Glycinär</i> , s. n. Glycinium, Glycinmetall. <i>Glycinilte</i> , s. n. Glycinjord.	<i>Glycinär</i> , s. n. Glycinium, Glycinmetall. <i>Glycingeelt</i> , s. n. Glycine, Glycinerde.	<i>Glycinar</i> , Glycinium. <i>Glycingeëlt</i> , Glycine, Oxide de glycinium.
<i>Flintær</i> , s. n. Silicium, Kieselmetal. <i>Flintilte</i> , s. n. Kiesel, Kieseljord.	<i>Flintär</i> , s. n. Silicium, Kieselmetall. <i>Flintilte</i> , s. n. Kiesel, Kieseljord.	<i>Flintär</i> , s. n. Silicium, Kieselmetall. <i>Flintgeelt</i> , s. n. Kiesel, Kieselerde.	<i>Flintar</i> , s. n. Silicium. <i>Flintgeëlt</i> , Silice, Oxide de silicium.
<i>Fluglit</i> , s. n. Et i Tangsodaen fundet nyt Stof, som de Franske have kaldt Iode.	<i>Fluglit</i> , s. n. Etti Tangsodaen fundet nytt Ämne, som de Französke Chemister hafva kallat Iode.	<i>Fluglit</i> , s. n. Ein in der Tangsoda entdeckter neuer Stoff, von den Franzosen Iode genannt.	<i>Vluglit</i> , s. n. Eene in de Soude de varech ontdekte nieuwe stof, door de Franschen Iode genoemd.
<i>Ætsel</i> , s. m. Et Navn for Iltesaltsyren, om den skulde befindes at være usammensat.	<i>Ätsel</i> , s. m. Ett Namn för Iltesaltsyran, ifall hon skola befinnas att vara osammansatt.	<i>Ätzal</i> , s. m. Ein Name für die geeltete Salzsäure, wenn sie für einfach gehalten werden sollte.	<i>Etsel</i> , s. n. Een naam voor de geëlte Zoutzuren, wanneer zy onzamengesteld souden bevonden worden. Chlorine.
<i>Ætsle</i> , verb. At forbinde med Ætsel. <i>Ætsle</i> , s. n. Et med Ætsel forbundet Legeme.	<i>Ätsla</i> , verb. Att förbinda med Ätsel. <i>Ätsla</i> , s. n. En med Ätsel förbunden Kropp.	<i>Ätzen</i> , verb. Mit Ätzal verbinden. <i>Geätzal</i> , s. n. Ein mit Ätzal verbundener Körper.	<i>Etselen</i> , verb. Met Etsel verbinden. <i>Geëtsel</i> , s. n. Een met Etsel verbonden Ligchaam.

TAB. VI.

## VOCABULA TECHNICA CHEMIÆ

DANICA	SVECICA	GERMANICA	HOLLAND. ET GALLICA
<i>Salt</i> , s. n. I videre Betydning, enhver Forbindelse af et surt Legeme med et æskigt; i snævrere Betydning en Forbindelse af en fuldiltet Syre med et Æsk i strængere Betydning.	<i>Salt</i> , s. n. I vidtsträktare Betydning, hvarje af ett surt och ett äskigt Ämnesammansatt Kropp; i mera inskränkt en Kropp, som består af en Syra och ett Äsk i Ordenes mera inskränkta Betydning.	<i>Salz</i> , s. n. In weiterer Bedeutung eine jede Zusammensetzung aus einem sauren und einem äschigen Körper; in engerer, eine Verbindung einer Säure und eines Äsches im engeren Sinne der Wörter.	<i>Zout</i> , s. n. In de uitgestrekte Beteeknis elke Verbinding von een zuur Ligchaam met een eschachtig; in de engere Bet. eene Verb. van een Zuur en Esch in den engeren Zin dezer latzten Worden.

DANICA	SVECICA	GERMANICA	HOLLAND. ET GALLICA
<i>Salting</i> , s. n. En Forbindelse af en Syr- ling med et Æsk i Ordets snævrere Be- tydning.	<i>Salting</i> , s. n. En Sam- mansättning af en Syrling och ett Åsk i Ordets mera in- skränkta Betydning.	<i>Gesälz</i> , s. n. Die Ver- bindung eines Säuer- lings mit einem Äsch im engeren Sinne des Worts.	<i>Gezout</i> , s. n. De Verbin- dung eens Zuurlings met een Esch, in den engeren Zin des Woords.
<i>Salsel</i> , s. n. En For- bindelse mellem et Æskel og en Syre i Ordets snævrere Be- tydning.	<i>Salsel</i> , s. n. En Sam- mansättning af ett Åskel och en Syra i mera inskränkt Be- tydning.	<i>Sälzel</i> , s. n. Die Ver- bindung eines Äschels mit einer Säure im engeren Sinne des Worts.	<i>Zoutel</i> , s. n. De Verbin- dung eens Eschels met een Zuur in den enge- ren Zin des Woords.
<i>Salsling</i> , s. n. En For- bindelse af en Syr- ling og et Æskel.	<i>Salsling</i> , s. n. En Sam- mansättning af en Syrling och ett Åskel.	<i>Gesälzel</i> , s. n. Die Ver- bindung eines Säuer- lings mit einem Äschel.	<i>Gezoutel</i> , s. n. De Verbin- dung van een Zuurling met een Esschel.
<i>Svovelsurt Tanæsk</i> , <i>SvovelTanSalt</i> , Svovelsurt Kalium- deutoxid. Svovelsur Potaske.	<i>Svafvelsur Tanäsk</i> , <i>SvafvelTanSalt</i> , Svafvelsurt Kalium- oxid. Svafvelsurt Kali.	<i>Schwefelsaures Tan- äsch</i> , <i>SchwefelTanSalz</i> , Schwefelsaures Ka- liumdeutoxid. Schwefelsaures Kali.	<i>Zwavelzuur Tanesch</i> , <i>ZwavelTanZout</i> , Sulfate de potasse. Deutosulfate de pot- assium.
<i>Svovelsyrligt Tanæsk</i> , <i>SvovelTanSalting</i> , Svovelsyrligt Kali- umdeutoxid. Svovelsyrligt Potaske.	<i>Svafvelsyrligt Tanäsk</i> , <i>SvafvelTanSalting</i> , Svafvelsyrligt Kali- umoxid. Svafvelsyrligt Kali.	<i>Schwefelsäurliches Tanäsch</i> , <i>SchwefelTanGeselz</i> , Schwefligtsaurligtes Kaliumdeutoxid. Schwefelsaures Kali.	<i>Zwavelzuurlyk Tanesch</i> , <i>ZwavelTanGezout</i> , Sulfite de potasse. Deutosulfite de po- tassium.
<i>Svovelsurt Nateræsk</i> , <i>SvovelNaterSalt</i> , Svovelsurt Natrium- deutoxid. Svovelsurt Natron.	<i>Svafvelsurt Nateräsk</i> , <i>SvafvelNaterSalt</i> , Svafvelsurt Natrium- oxid. Svafvelsurt Natron.	<i>Schwefelsaures Nater- äsch</i> , <i>SchwefelNaterSalz</i> , Schwefelsaures Na- triumdeutoxid. Schwefelsaures Na- tron.	<i>Zwavelzuur Nateresch</i> , <i>ZwavelNaterZout</i> , Sulfate de soude. Deutosulfate de so- dium.
<i>Svovelsurt Qviksølvæsk</i> , <i>SvovelQviksølvSalt</i> , Svovelsurt Qviksølv.	<i>Svafvelsurt Qviksilver- äsk</i> , <i>SvafvelQviksilverSalt</i> , Svafvelsurt Qviksil- veroxidul.	<i>Schwefelsaures Qveck- silberäsch</i> , <i>SchwefelQvecksilber- Salz</i> , Schwefelsaures Qvecksilber.	<i>Zwavelzuur Kwiksilver- esch</i> , <i>ZwavelKwiksilverZout</i> , Protosulfate de mer- cure.
<i>Svovelsurt Qviksølv- æskel</i> , <i>SvovelQviksølvSalsel</i> , Svovelsurt Qviksølv- oxid.	<i>Svafvelsurt Qviksilver- äskel</i> , <i>SvafvelQviksilver- Salsel</i> , Svafvelsurt Qviksil- veroxid.	<i>Schwefelsaures Qveck- silberäschel</i> , <i>SchwefelQvecksilber- Selzel</i> , Oxidirtes schwefel- saures Qvecksilber.	<i>Zwavelzuur Kwiksilver- esschel</i> , <i>ZwavelKwiksilverZoutel</i> , Deutosulfate de mer- cure.
<i>Æddikesurt Blyæsk</i> , <i>ÆddikeBlySalt</i> , Æddikesurt Blyoxid.	<i>Ättikesurt Blyäsk</i> , <i>ÄttikeBlySalt</i> , Ättikesurt Blyoxid.	<i>Essigsaures Bleyäsch</i> , <i>EssigBleySalz</i> , Essigsaures Bley.	<i>Edikzuur Loodesch</i> , <i>EdikLoodZout</i> , Acétate de plomb.



DANICA	SVECICA	GERMANICA	HOLLAND. ET GALLICA
<i>Benzoësurt Jernæsk,</i> <i>BenzoëJernSalt,</i> Benzoësurt Jern.	<i>Benzoësurt Jernäsk,</i> <i>BenzoëJernSalt,</i> Benzoësurt Jern-oxidul.	<i>Benzoesaures Eisen-äsch,</i> <i>BenzoëEisenSalz,</i> Benzoesaures Eisen.	<i>Benzoëzuur Yzeresch,</i> <i>BenzoëYzerZout,</i> Protobenzoate de fer.
<i>Blaasurt Tanæsk,</i> <i>BlaasyreTanSalt,</i> Blaasurt Kaliumdeutoxid. Blaasur Potaske.	<i>Blåsurt Tanäsk,</i> <i>BlåsyraTanSalt,</i> Blåsurt Kaliumoxid. Blåsurt Kali.	<i>Blausaures Tanäsch,</i> <i>BlausaureTanSalz,</i> Blausaures Kaliumdeutoxid. Blausaures Kali.	<i>Blauwzuur Tanesch,</i> <i>BlauwzuurTanZout,</i> Prussiate de potasse. Deutoprussiate de potassium.
<i>Saltsurt Ammonæsk,</i> <i>SaltsyreAmmonSalt,</i> Saltsurt Ammoniumoxid. Saltsurt Ammoniak.	<i>Saltsurt Ammonäsk,</i> <i>SaltsyreAmmonSalt,</i> Saltsurt Ammoniumoxid. Saltsurt Ammoniak.	<i>SalzsauresAmmonäsch,</i> <i>SalzsäureAmmonSalz,</i> Salzsaures Ammoniumoxid. Salzsaures Ammoniak.	<i>Zoutzuur Ammonesch,</i> <i>ZoutzuurAmmonZout,</i> Muriate ammoniac.
<i>Iltesaltsurt Tanæsk,</i> <i>IltesaltsyreTanSalt,</i> Oxydert saltsurt Kaliumdeutoxid. Oxidert saltsurt Kali.	<i>Iltesaltsurt Tanäsk,</i> <i>IltesaltsyraTanSalt,</i> Syrsatt saltsurt Kaliumoxid. Oxidert saltsur Kali.	<i>Eltigsalzsaures Tan-äsch,</i> <i>EltsalzsäureTanSalz,</i> Oxydert saltsaures Kaliumdeutoxid. Oxidert saltsaures Kali.	<i>Eltigzoutzuur Tanesch,</i> <i>EltezoutzuurTanZout,</i> Muriate suroxygéné de potasse, Deutomuriate suroxygéné de potassium.

TAB. VII.

## VOCABULA TECHNICA CHEMIÆ

DANICA	SVECICA	GERMANICA	HOLLAND. ET GALLICA
<i>Svoovelbrinte,</i> <i>Svoovelbrint,</i> Svoovlet Vandstof.	<i>Svafvelbrinte,</i> <i>Svafvelbrint,</i> Svafvelbundet Väte.	<i>Schwefelgebrint,</i> <i>Schwefelbrint,</i> Schwefelhaltiger Wasserstoff.	<i>Zwavelgebrint,</i> <i>Zwavelbrint,</i> Hydrure de soufre.
<i>Svooveltanær,</i> Svoovlet Kalium.	<i>Svafveltanär,</i> Svafvelbundet Kalium.	<i>Schwefeltanär,</i> Geschwefeltes Kalium.	<i>Zwaveltanar,</i> Sulfure de potassium.
<i>Svooveltanæsk,</i> Svoovlet Potaske.	<i>Svafveltanäsk,</i> Svafvelhaltig Kaliumoxid.	<i>Schwefeltanäsch,</i> Geschwefeltes Kaliumoxid.	<i>Zwaveltanesch,</i> Sulphure de potasse.
<i>Svoovelbrintet Tanæsk,</i> Svoovelvandstofholdig Potaske.	<i>Svafvelbrintat Tanäsk,</i> Svafvelvähaltig Kaliumoxid.	<i>Schwefelbrintiges Tan-äsch,</i> Schwefelwasserstoffhaltiges Kaliumoxid.	<i>Zwavelbrintig Tanesch,</i> Hydrosulfure de potasse.
<i>Svoovelbrintet Svooveltanæsk,</i> Svoovelvandstofholdig svoovlet Potaske.	<i>Svafvelbrintat Svafveltanäsk,</i> Svafvelvähaltig svafvelhaltig Kaliumoxid.	<i>Schwefelbrintiges Schwefeltanäsch,</i> Schwefelwasserstoffhaltiges geschwefeltes Kaliumoxid.	<i>Zwavelbrintig Zwaveltanesch,</i> Sulphure hydrosulphuré de potasse.

DANICA	SVECICA	GERMANICA	HOLLAND. ET GALLICA
<i>Phosphorbrinte,</i> <i>Phosphorbrint,</i> Phosphorholdig Vandstof.	<i>Phosphorbrinte,</i> <i>Phosphorbrint,</i> Phosphorbunden Väte.	<i>Phosphorgebrint,</i> <i>Phosphorbrint,</i> Gephosphorter Was- serstoff.	<i>Phosphorgebrint,</i> <i>Phosphorbrint,</i> Hydrure de phosphore.
<i>Phosphortanær,</i> Phosphoret Kalium.	<i>Phosphortanär,</i> Phosphorbunden Ka- lium.	<i>Phosphortanär,</i> Gephosphortes Ka- lium.	<i>Phosphortanar,</i> Phosphure de potas- sium.
<i>Phosphortanæsk,</i> Phosphoret Potaske.	<i>Phosphortanäsk,</i> Phosphorhaltig Ka- liumoxid.	<i>Phosphortanäsch,</i> Gephosphortes Ka- liumoxid.	<i>Phosphortanesch,</i> Phosphure de potasse.

Hæc de nomenclatura chemica præludere placuit, ut Benevolos Lectores invitaremus ad festum Academicum, die X Novembris hora XI in Auditorio Domus Regiæ habendum. Duplicem illud finem habet; partim ut rei sacræ per *Lutherum*, rei que nostræ Academicæ per Beatissimum Regem *Christianum Tertium*, restauratæ, memoriam concelebremus; partim ut juventutem Academicam hoc anno Universitati initiatam salutemus, civitatemque illi suam gratulemur. Annuente Collegio Regio, cui Universitatis scholarumque doctarum moderamen concreditum est, hæcce solemnia ita celebrabuntur, ut Collega Facultatis Philosophicæ, *M. Johannes Christianus Ørsted*, Physices Professor Publ. Extraord. Cathedram conscendat, atque oratione publica, scientiarum studium, ceu officium erga Deum et Majestatis Divinæ cultum spectandum esse, ex ipsa rei natura ostendere conetur; dein vero Decanus Facultatis Philosophicæ, Vir Perillustris et Amplissimus *Thomas Bugge*, Mathematicum et Astron. Prof. Publ. Ord., Regi a Consiliis Status, atque Ord. Danebrogici Eques Auratus, exposito Examinis Artium hocce auctumno habiti eventu, eorum nomina, qvi hanc explorationem eximio cum honore sustinuerunt, publico cum encomio pronunciet atque proclamet. Cui festo ut frequentes adesse velint rei literariæ fautores et amici, ea qua par est, observantia rogamus.

Dabamus Havnix Calendis Novembris, Anno MDCCCXIV.

SUB UNIVERSITATIS SIGILLO



# BEMERKUNGEN HINSICHTLICH AUF CONTACTELECTRICITAET VOM PROFESSOR OERSTED IN KOPENHAGEN

(AUS EINEM BRIEFE AN DEN HERAUSGEBER VOM 16. APR. 1817)

(BEITRAEGE ZUR CHEMIE UND PHYSIK. HERAUSGEGEBEN VON DR. J. S. C. SCHWEIGGER, BD. 20. P. 205—212.  
NUERNBERG 1817)<sup>1</sup>

Meine Abhandlung über das Gesetz der electrischen Zurückstossungen liegt zwar seit 2 Jahren fertig, so wie ich dieselbe der Gesellschaft der Wissenschaften vorgelesen, mein Wunsch war aber dieselben Versuche noch mit einem andern Apparat zu wiederholen; dieser Apparat aber ist von Seiten des Künstlers nicht ganz nach meinem Wunsch ausgefallen. Dieser Umstand hat einen Aufschub veranlaszt. In diesem Sommer hoffe ich aber doch gewisz die Abhandlung durch diesen Zusatz der Aufmerksamkeit der Physiker würdiger zu machen.

In dem letzten Jahre habe ich mich sehr viel mit galvanischen Apparaten und ihrer Einrichtung beschäftigt, und habe darüber, in Gesellschaft mit dem hiesigen Kammerrath *Esmarch*, viele Versuche angestellt. Schon unsere ersten Versuche fielen ziemlich befriedigend aus. Wir suchten nämlich einen galvanischen Apparat, der die Vortheile eines Trogapparats hätte, und wozu man doch weder hölzerne Tröge brauchen sollte, welche so leicht von der Säure durchdrungen werden, und dadurch ein schädliches Leitungsvermögen erhalten, noch von Fajance oder Porcellan, welches theuer ausfällt und noch überdiesz bei uns nicht leicht zu haben waren.<sup>2</sup> Wir verfielen daher auf den Gedanken, das Kupferelement der Säule selbst als Gefäß für die Aufnahme der Feuchtigkeit zu benutzen. Fig. 1. stellt den Durchschnitt dieses sehr einfachen Apparats dar. *AB* ist der senkrechte Durchschnitt der viereckigten Zinkplatten, *DFGH* der Durchschnitt des beinahe kubischen<sup>3</sup> kupfernen Kasten, *ACD* ein angelötheter kupferner Bügel, der bei *D* ge-

<sup>1</sup> [Dasselbe Thema wird behandelt in: Det kongelige danske Videnskabernes Selskabs Oversigter. Kiøbenhavn 1816—17. P. 7—9. — Sämtliche Aufsätze aus »Videnskabernes Selskabs Oversigter« finden sich zu Ende dieses Bandes.]

<sup>2</sup> Wirklich leisten auch Porcellantröge nicht, was man sich von ihnen verspricht, besonders wenn man die saure Auflösung in ihnen stehen lassen will. *d. H.*

<sup>3</sup> Die kubische Form verdankt ihren Ursprung einen Miszverstand des Künstlers; denn es ist offenbar vortheilhafter, die Dimension *FG* kleiner zu machen als die darauf senkrechte.

spalten ist, um auf beiden Seiten des Kupfers, sowohl auszen als innen, fest anzuschlieszen, damit nicht eine Oxydation des Löthungsmittels die Leitung aufheben mögte. Unten und an den beiden Seiten der Zinkplatten sind Löcher eingebohrt, worin sich kleine hölzerne Zapfen befinden, welche die Berührung des Zinkes und des Kupfers an diesen Stellen verhindern. Man sieht von diesen Zapfen nur den einen, bei *B*. Man kann diesen Apparat schicklich den galvanischen Gefäßapparat nennen.<sup>1</sup> Die Gefäße wurden gewöhnlich mit einer Mischung aus 30 Theilen Wasser,  $\frac{1}{60}$  Salpetersäure und  $\frac{1}{60}$  Schwefelsäure angefüllt. Die Zinkplatten hatten ohngefähr 9 □ Zoll. 6 Glieder eines solchen Apparats brachten schon einen dünnen Eisendraht, der im Handel mit N. 13. bezeichnet wird, zum Glühen. Als wir das Wasser erwärmten, erhielten wir eine noch gröszere Wirkung, wodurch auch dickere Eisendrähte zum Glühen kamen, Draht aber von N. 12. und N. 13. schmolzen. N. 12. hat bekanntlich  $\frac{1}{175}$  Zoll Durchmesser.

Aus *Gilbert's Annalen* 1817. Stck. 4. sehe ich, dasz der Graf *Friedrich Stadion* eine ähnliche galvanische Vorrichtung mit Glück versucht hat. Wir, *Esmarch* und ich, wuszten von diesem nichts als wir unsere Versuche machten. Die Resultate dieser Versuche zeigte ich schon in einer Vorlesung den 1. October 1816. Ich halte nämlich den ersten Dienstag in jedem Monat eine öffentliche Vorlesung über die neuern Entdeckungen in der Physik und Chemie, wodurch also meine Zuhörer in den Stand gesetzt werden, den Fortschritten der Wissenschaft zu folgen. In einer solchen Vorlesung wurde auch dieser galvanische Apparat beiläufig gezeigt. Ich führe dieses so umständlich an, nicht als ob ich die Sache, wovon hier gehandelt wird für wichtig hielte (auch der Graf *Stadion* scheint dieses nicht zu thun, da er seinen Apparat nicht einmal selbst bekannt gemacht hat), sondern nur, weil ich keinem einen Antheil an unsrer Arbeit beilegen kann, den er nicht hat; und ich nicht gerne eine Behauptung hinstelle ohne Beweis.

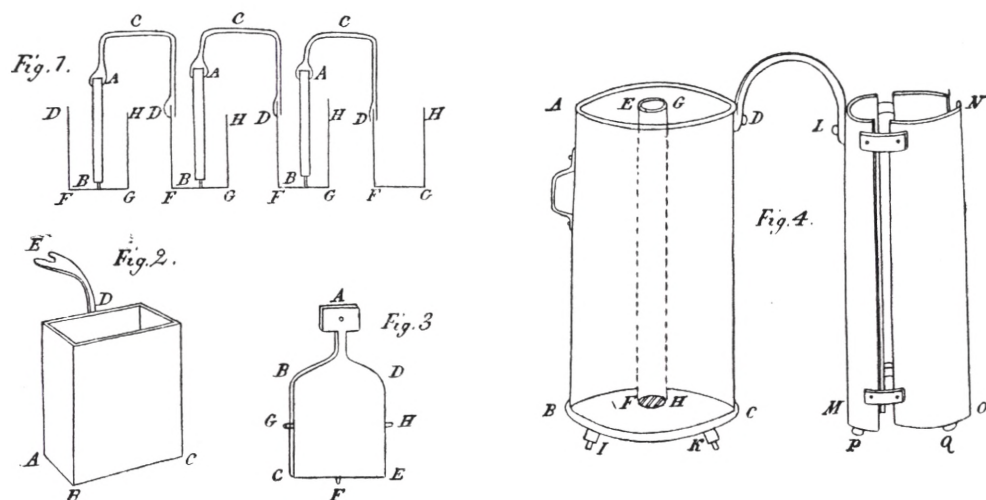
Ohnerachtet der hier beschriebene Gefäßapparat sehr gute Dienste leistete, fanden wir doch die Reinigung desselben ziemlich beschwerlich, weil die Zusammenlöthung des Zinkes mit dem

---

<sup>1</sup> Der Leser wird dieselbe Vorrichtung auch in *Gehlen's Journal* B. 7. Taf. 5. Fig. 18. abgebildet finden, indem diese neuerdings der Hauptsache nach (nämlich dasz die Kupferfläche die Zinkfläche umschliesze) auch in England sehr gewöhnlich gewordene Einrichtung, als ein Corollar aus meinen galvanischen Combinationen hervorging. *d. H.*



Kupfer sehr leicht eine Beschädigung des Kastens, während der Reinigung verursacht. Ohne eine vollkommene Reinigung kann man aber keine ausgezeichnete Wirkung erwarten, wo es auf Glühen eines Metalldraths ankommt. Die gewöhnlichen Zersetzungsversuche gehen aber auch bei geringer Reinigung der Metallflächen vortrefflich von Statten. Da wir nun die Absicht haben, über die durch Galvanismus hervorgebrachte Wärme noch viele Versuche anzustellen, so haben wir die Zink- und Kupfer-



elemente des Apparats von einander getrennt. Fig. 2. zeigt den Umriss des Kastens, dessen Grundfläche ein Rectangel ist, worin die eine Seite  $BC$   $2\frac{1}{2}$  mal so lang wie die andere  $AB$  ist. Der Bügel  $DE$  hat bei  $E$  einen Einschnitt für die Zinkplatte, welche Fig. 3. abgebildet ist. Diese Platte hat oben einen Kopf  $A$ , welcher mit einem Loche versehen ist, um eine Reihe von Zinkplatten daran anzuhängen. Der breite Theil der Zinkplatte  $BCDE$ , 16 □ Zoll haltend, hängt mittelst eines schmalen Halses an diesem Kopf. Bei  $F$ ,  $G$  und  $H$  sind kleine hölzerne Stifte angebracht, um die Berührung des Zinkes mit dem Kupfer zu verhindern. Man sieht nun leicht, dasz die Zinkplatte so eingehängt wird in der Scharte bei  $E$ , Fig. 2., dasz der Kopf der Zinkplatte auf dem Ende des kupfernen Bügels zu ruhen kommt. Der Kupferkasten musz daher, wenn er mit Wasser gefüllt ist, das Gewicht der Zinkplatten tragen können ohne umzuschlagen. Ich habe schon einen Apparat aus 12 solchen Elementen versucht, und die erwünschte Wirkung erhalten. In diesem Augenblick besitze ich 48, die ich aber noch

nicht versucht habe. Sie werden in zwei Reihen aufgestellt; daher der eine Kasten den Bügel auf der kürzeren Seite des Rectangels erhält, und zwar so gebogen, dasz die Zinkplatte in dem nebenstehenden Kasten die rechte Lage erhalten kann. An den beiden äussersten Kasten, welche die beiden Pole ausmachen sollen, haben die Kasten eine Einrichtung, wodurch ein Leiter festgehalten werden kann.

Um den vortheilhaften Einfluss einer erhöhten Temperatur auf die galvanische Wirkung zu benutzen, haben wir noch einen andern Apparat eingerichtet, welcher im Groszen sehr vortheilhaft ist, im Kleinen aber zu theuer und beschwerlich ausfallen würde. Fig. 4. stellt ein Element dieser Säule dar. *ABCD* ist ein Cylinder aus Kupfer, welcher 18 dänische Pot, zu 48,7 Cubikzoll (alt franz. Maasz) faszt, also über einen halben Cubikfusz. *EFGH* ist ein Schornstein, der unten mit einem Rost versehen ist. Der ganze Cylinder steht auf 3 Glasfüszen, wovon zwei, bei *I* und *K*, zu sehen sind. Die kurzen gläsernen Säulen, welche die Füszte ausmachen, sitzen in 3 dem Boden *BC* angelötheten Röhren durch die blosze Friction fest. *DL* ist ein kupferner Bügel, der einen Zinkcylinder *LMNO* mit dem kupfernen Cylinder verbindet. Dieser Cylinder ist aus mehreren Stücken zusammengesetzt, weil es schwierig war einen so groszen Cylinder aus Zink auf einmal zu giesen, und wir gewalzten Zink nicht haben konnten. Bei *P* und *Q* sieht man zwei von den dreien kleinen hölzernen Füszten, worauf der Zinkcylinder ruhen musz. Wir haben diesen Apparat nicht auf mehr als 6 Elemente gebracht, aber diese bringen schon sehr mächtige Wirkungen hervor. Wenn man diesen Apparat gebrauchen will, füllt man ihn erst mit heiszem Wasser, und die Schornsteine mit glühenden Kohlen; doch kann man auch das Wasser kalt hineinbringen, nur dauert es lange ehe das Wasser recht heisz wird. Wenn noch nichts weiter als siedendes Wasser darin ist, so erhält man zwar daraus schöne Funken, aber ein dünner Eisendraht wird kaum glühend. Setzt man dahingegen dem Wasser etwas Kochsalz hinzu, so wird die Wirkung bis auf den Grad erhöht, dasz dadurch ein Eisendraht von N. 2. geschmolzen werden kann. Setzt man dem Wasser Säure zu, in dem oben angegebenen Verhältnisz, so wird die Wirkung noch bedeutender, und man kann leicht einen Eisendraht von N. 1., welcher  $\frac{1}{42}$  Zoll<sup>1</sup> Durchmesser hat, schmelzen.

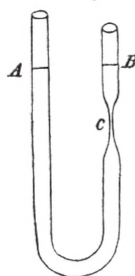
<sup>1</sup> [In der dänischen Abhandlung in ›Videnskabernes Selskabs Oversigter‹ ist der Durchmesser =  $\frac{1}{24}$ “ angegeben.]



Man thut nicht wohl alle Säure dem siedenden Wasser sogleich hinzuzusetzen. Man erhält zwar dadurch eine sehr grosse, aber auch sehr schnell vorübergehende Wirkung; wenn man aber die Säure nach und nach hinzusetzt, erhält man eine schöne Wirkung auf ziemlich lange Zeit (ohngefähr 2 Stunden).

Da wir uns bisher nur auf die Verbesserung der Apparate gelegt haben, so haben wir noch nicht alle die Versuche über das Glühen der Metalle, und überhaupt über Wärmehervorbringung durch

*Fig. 5.* Galvanismus angestellt, wozu diese Apparate einladen.



Einen Versuch musz ich Ihnen aber doch erzählen, der, wenn er auch nichts eigentlich neues lehret, doch ein bekanntes Gesetz auf eine ungewöhnliche Weise darstellt. Wir haben nämlich im Quecksilber electrische Funken hervorgebracht. Um dieses zu bewerkstelligen brauchen wir eine gläserne Röhre, welche Fig. 5. darstellt. Der Raum von A bis B ist mit Quecksilber gefüllt, bei C ist die Röhre in ein Haarröhrchen ausgezogen. Wenn nun die grosse galvanische Kette mittelst des Quecksilbers geschlossen wurde, so entstanden zahlreiche Funken in dem engen Theile der Röhre. Wenn der Funke gebildet war, bemerkte man in dem Haarröhrchen eine Trennung der Quecksilbersäule, welche aber sogleich wieder verschwand. Dieses geschah auch in gekochtem Quecksilber. Wahrscheinlich hatte sich etwas Quecksilber in Dampf verwandelt, und verdichtete sich wieder, sobald die Hitze aufhörte. Das Quecksilber war in dem verengten Theile ausserordentlich heiss geworden. Der Funke musz natürlicher Weise als ein Glühen des Quecksilbers an dem Orte des kleinsten Widerstandes betrachtet werden; wie überhaupt ein electrischer Funke, meinem Bedünken nach, immer als ein Glühen irgend einer Materie (der Luft, des Wassers, des Oels) zu betrachten ist. In Wasser, Salzauflösung u. s. w. haben wir es bisher vergeblich versucht dieselbe Wirkung darzustellen. Wahrscheinlich ist die Intensität der Electricität unsers Apparats zu gering gewesen, verhältnismässig gegen den Widerstand dieser Flüssigkeiten gegen die Leitung. Ich halte die Form dieses Versuchs für dazu geeignet auf eine neue Weise chemische Zerlegungen hervorzubringen. Vielleicht glückt es einmal auf diese Weise die Metalle zu zerlegen. Doch werden gewisz dazu riesenhafte Apparate erfordert werden.

Ich sehe, dasz *Children*<sup>1</sup> der Beschreibung seiner schönen galvanischen Versuche einige theoretische Bemerkungen beigefügt, welche mit der von mir früher aufgestellten Wärmetheorie gänzlich übereinkommen. Er ziehet nämlich aus seinen Versuchen den Schlusz, dasz die Leiter von dem Durchdringen electricer Kräfte in dem Grade heisz werden, wie sie Widerstand leisten. Ich habe dieses Naturgesetz schon lange gekannt, und in meinen Ansichten der chemischen Naturgesetze, wie auch in Ihrem Journal aufgestellt, und zwar nicht ohne Gründe, die überzeugen können. Ich habe hierauf eine allgemeine Theorie der Wärme aufgestellt, in welcher ich die Thatsachen auf eine ungezwungene Weise aus dem Grundsatz ableite. Woher kommt es denn, dasz in den neuern Schriften so gar keine Rücksicht darauf genommen wird? Ich sehe überhaupt mit Verwunderung, dasz man mehrere rein theoretische Speculationen englischer und französischer Physiker in deutschen Schriften weitläufig auseinandersetzt, während man von den analogen Untersuchungen, welche ich in meinen Ansichten der chemischen Naturgesetze aufgestellt, ein gänzlich Stillschweigen beobachtet, selbst wenn sich daraus noch Berichtigungen holen lieszen für die von jenen Fremden später aufgestellten Sätze. Ich habe ziemlich viel Materialien, womit ich das Gegründete dieser Bemerkung beweisen kann.

## UEBER DIE ZUSAMMENDRUECKUNG DES WASSERS VOM PROFESSOR OERSTED

(AUS EINEM BRIEFE AN DEN HERAUSGEBER)

(BEITRAEGE ZUR CHEMIE UND PHYSIK. HERAUSGEGEBEN VON DR. J. S. C. SCHWEIGGER. BD. 21. P. 348—349.  
NUERNBERG 1817)<sup>2</sup>

*Copenhagen, den 28. Apr. 1818.*

Ich habe mich in dieser Zeit mit der Zusammendrückung des Wassers beschäftigt. Das *Zimmermann'sche* Buch über diesen Gegenstand ist voll der sonderbarsten Rechnungsfehler. Wenn

<sup>1</sup> [ɔ: Children.]

<sup>2</sup> [Dasselbe Thema wird behandelt in: Det kongelige danske Videnskabernes Selskabs Oversigter. Kiøbenhavn 1817—18. P. 11—12. — Sämtliche Aufsätze aus »Videnskabernes Selskabs Oversigter« finden sich zu Ende dieses Bandes.]



man diese Fehler verbessert, entsteht weit mehr Harmonie unter den Resultaten der Versuche, als man bisher glaubte. Auch habe ich ganz neue Versuche über diesen Gegenstand angestellt, woraus hervorgeht, dass die Zusammendrückungen des Wassers sich wie die zusammendrückenden Kräfte verhalten, wie es *Canton*, auf sehr beschränkte Versuche gestützt, behauptete, aber die *Zimmermann*'schen Versuche, so wie ihre Resultate bisher angeführt wurden, widersprachen. Ich habe gefunden, dass die Zusammendrückung, welche *Canton* angegeben, beinahe dreimal zu klein ist. Dieses wird dadurch wichtig, dass man nach *de la Place* die Geschwindigkeit des Schalles im Wasser aus dieser Zusammendrückung berechnen kann. Nimmt man *Canton*'s Resultate zur Grundlage der Berechnung, so erhält der Schall im Wasser eine Schnelligkeit, welche der in den Metallen nahe kommt; nach meinen Resultaten wird sie beinahe dreimal geringer, als nach den *Canton*'schen. Noch arbeite ich an einem Hauptversuch, um die Zusammendrückung des Wassers durch einen Druck gleich dem der Atmosphäre auf das genaueste zu bestimmen. Denn ohnerachtet ich schon ziemlich gewisz bin, dass diese Grösze bei 14° R. zwischen 0,00012 und 0,00014 fallen musz, so wünschte ich doch hierüber eine so genaue Bestimmung, wie es nur mir möglich seyn wird zu erhalten.

---

## UEBER DAS PIPERIN, EIN NEUES PFLANZENALKALOID

### VOM PROFESSOR ØRSTEDT

---

BEITRÄGE ZUR CHEMIE UND PHYSIK. HERAUSGEGEBEN VON DR. J. S. C. SCHWEIGGER. BD. 29. P. 80—82.  
NUERNBERG 1820)<sup>1</sup>

*Kopenhagen den 15. Febr. 1820.*

Die Entdeckungen der neuen Alkalien in den Pflanzen haben mich auf eine alte Arbeit zurückgeführt, welche ich über den Pfeffer vor mehreren Jahren angefangen hatte.<sup>2</sup> Indem

<sup>1</sup> [Dasselbe Thema wird behandelt in: Det kongelige danske Videnskabernes Selskabs Oversigter. Kjøbenhavn 1819—20. P. 13—14. Sämtliche Aufsätze aus »Videnskabernes Selskabs Oversigter« finden sich zu Ende dieses Bandes.

Dieselbe Mittheilung, mit Datum 4. März 1820, findet sich in Journal de physique. T. 90. P. 173. Paris 1820.]

<sup>2</sup> [Eine Vorbereitung zu dieser Arbeit findet sich in den folgenden Mittheilungen in

ich diese Untersuchung wieder aufnahm, entdeckte ich leicht darin eine neue alkalische Substanz, die wir wohl *Piperin* nennen werden, ohne uns nach einem mehr aus der Natur der Sache gesuchten Namen umzusehen, da unsere Kenntniz der ganzen Classe von Stoffen, wozu dieser gehört, noch so neu und unvollständig ist. Man erhält das Piperin, indem man mittelst Alkohols das Harzige und Oelige des Pfeffers ausziehet: in dieser so gebildeten Auflösung ist auch das Piperin enthalten. Man setzt Salzsäure dazu, wodurch ein Piperinsalz gebildet wird, welches in Wasser auflöslich ist. Man fället nun das Harz durch Wasser, destillirt den Weingeist von der wässrigen Auflösung ab und scheidet endlich das Piperin durch Kali. Man kann auch Magnesia dazu benutzen, aber wie es scheint, mit geringerm Vortheil.

Das Piperin ist beinahe unauflösbar in Wasser, auflösbar in kaltem Alkohol, aber noch mehr in heissem. Die Auflösung schmeckt ausnehmend scharf, bräunt das Curcumäpapier, stellt die Farbe des Lackmus wieder her, bildet mit Säuren Salze, und hat also im Allgemeinen dieselben Eigenschaften, welche man an den andern neuentdeckten Pflanzenalkalien entdeckt hat. Die gesättigte alkoholische Auflösung des Piperins ist schwach grün, erhält aber durch einen Zusatz von Salpetersäure eine deutlicher grüne Farbe. Das trockne Piperin wird durch die Salpetersäure eben so verändert. Wenn aber die Wirkung der Säure stark ist oder lange fortgesetzt wird, so geht die Farbe des Piperins ins Gelbe und endlich ins Röthliche über. Ob diese Farbenveränderungen von ein wenig noch anhängendem Harze herrühren, habe ich noch nicht sicher entscheiden können.

Ich setze meine Versuche über diesen Gegenstand mit Eifer

---

Neues Archiv für medicinische Erfahrung. Herausgegeben von Dr. *Ernst Horn*. Bd. 10. P. 333. Berlin 1809.

#### UEBER EIN NEUES SURROGAT DER CHINARINDE

Herr *Oerstedt*, Professor der Physik in Copenhagen, hat die dortigen Aerzte eingeladen, mit einem von ihm erfundenen Surrogat der Chinarinde Versuche anzustellen. Er glaubt nemlich gefunden zu haben, dasz der Bodensatz welchen ein Absud von Pfeffer, dem man durch öftere Digerirung mit starkem Weingeist zuvor seinen scharfen Grundstoff benommen hat, mit Galläpfel-Tinctur versetzt, giebt, gerade derjenige Bestandtheil der Chinarinde sey, welcher die fiebervertreibende Eigenschaft besitzt. Er gründet diese Vermuthung darauf dasz man, wenn man ein Absud von China mit Galläpfel-Tinctur versetzt, einen ähnlichen Bodensatz erhält, zusammengehalten mit dem Umstande, dasz der gemeine Mann sich gewöhnlich des Pfeffers wider das Fieber bedient.

Dieselbe Mittheilung findet sich auch in: Allgemeine medicinische Annalen. P. 1063. Altenburg 1809; und in: Medicinisch-chirurgische Zeitung. Bd. 2. Nr. 43. Salzburg 1809.]



fort, und hoffe darüber bald vollständigere Nachricht mittheilen zu können, woraus sich entscheiden dürfte, ob dieser Stoff von den übrigen neuentdeckten Alkaloiden verschieden ist, oder ob eine weitere Kenntniz der Sache die Vielheit dieser Substanzen, welche sich uns jetzt darbieten, auf etwas Einfacheres zurückführt. Ich hege die Vermuthung, dasz die Harze und flüchtigen Oele im Allgemeinen ein Alkaloid enthalten. Auf das gemeine Harz und den Kampfer habe ich fürs Erste meine besondere Aufmerksamkeit gerichtet. Die Methode, welche ich bei dem Pfeffer angewandt habe, scheint mir hier vorzüglich bequem. Bei dem Zusatze von Säure zu der alkoholischen Auflösung des Pfefferharzes schied sich ziemlich viel Oel aus. Hatte das Pfefferalkali dieses früher gebunden? — Sind die Harze vielleicht Seifen aus diesen neuen Alkaloiden und einem Oele? —

## EXPERIMENTA CIRCA EFFECTUM CONFLICTUS ELECTRICI IN ACUM MAGNETICAM<sup>1</sup>

**P**rima experimenta circa rem, quam illustrare aggredior, in scholis de Electricitate, Galvanismo et Magnetismo proxime-superiori hieme a me habitis instituta sunt. His experimentis monstrari videbatur, acum magneticam ope apparatus galvanici e situ moveri; idque circulo galvanico cluso, non aperto, ut frustra tentaverunt aliquot abhinc annis physici quidam celeberrimi. Cum autem hæc experimenta apparatu minus efficaci instituta essent, ideoque phænomena edita pro rei gravitate non satis luculenta viderentur, socium adscivi amicum *Esmarch*, regi a consiliis justitiæ, ut experimenta cum magno apparatu galvanico, a nobis conjunctim instructo, repeterentur et augerentur. Etiam vir egregius *Wleugel*, eques auratus ord. Dan. et apud nos præfectus rei gubernatoriæ,

<sup>1</sup> [Oversættelser findes bl. a. i: Rahbeks Hesperus. III. P. 312—21. Kiøbenhavn 1820. — Schweiggers Journal. XXIV. P. 275—81. Nürnberg 1820. — Annal. de chimie. XIV. P. 417—25. Paris 1820. — Annal. générales des sciences physiques. V. P. 259—64. Bruxelles 1820. — Bibliothèque universelle des sciences. XIV. P. 274—84. Genève 1820. — Giornale di fisica, chimica e storia naturale, da L. Brugnatelli. III. P. 335—39. Pavia 1820. — Giornale Arcadio di scienze. Vol. 8. P. 174—78. Roma 1820. — Gilberts Annal. d. Physik LXVI. P. 295—304. . . . Leipzig 1820. — Journ. de phys. XCI. P. 72—76. Paris 1820. — Okens Isis. Col. 57—60. Jena 1821. — Thomsons Annal. of phil. XVI. P. 273—76. London 1820. — En Meddelelse om Sagen i: Det kgl. danske Videnskabernes Selskabs Oversigter. 1820—21. P. 12—21. Kiøbenhavn. Alle Afhandlingler fra Videnskabernes Selskabs Oversigter findes sidst i dette Bind.]

experimentis interfuit, nobis socius et testis. Præterea testes fuerunt horum experimentorum vir excellentissimus et a rege summis honoribus decoratus *Hauch*, cujus in rebus naturalibus scientia jam diu inclaruit, vir acutissimus *Reinhardt*, Historiæ naturalis Professor, vir in experimentis instituendis sagacissimus *Jacobsen*,<sup>1</sup> Medicinæ Professor, et Chemicus experientissimus *Zeise*, Philosophiæ Doctor. Sæpius equidem solus experimenta circa materiam propositam institui, quæ autem ita mihi contigit detegere phænomena, in conventu horum virorum doctissimorum repetivi.

In experimentis recensendis omnia præteribo, quæ ad rationem rei inveniendam quidem conduxerunt, hac autem inventa rem amplius illustrare nequeunt; in eis igitur, quæ rei rationem perspicue demonstrant, acquiescamus.

Apparatus galvanicus, quo usus summus,<sup>2</sup> constat viginti receptaculis cupreis rectangularibus, quorum et longitudo et altitudo duodecim æqualiter est pollicum, latitudo autem duos pollices et dimidium vix excedit. Qvovis receptaculum duabus laminis cupreis instructum est ita inclinatis, ut baculum cupreum, qui laminam zinceam in aqua receptaculi proximi sustentat, portare possint. Aqua receptaculorum  $\frac{1}{60}$  sui ponderis acidi sulphurici et pariter  $\frac{1}{60}$  acidi nitrici continet. Pars cujusque laminæ Zinceæ in aqua submersa Qvadratum est, cujus latus circiter longitudinem 10 pollicum habet. Etiam apparatus minores adhiberi possunt, si modo filum metallicum candefacere valeant.

Conjungantur termini oppositi apparatus galvanici per filum metallicum, quod brevitatis causa in posterum conductorem conjungentem vel etiam filum conjungens appellabimus. Effectui autem, qui in hoc conductore et in spatio circumjacente locum habet, conflictus electrici nomen tribuimus.

Ponatur pars rectilinea hujus fili in situ horizontali super acum magneticam rite suspensam, eique parallela. Si opus fuerit, filum conjungens ita flecti potest, ut pars eius idonea situm ad experimentum necessarium obtineat. His ita comparatis, acus magnetica movebitur, et quidem sub ea fili conjungentis parte, quæ electricitatem proxime a termino negativo apparatus galvanici accipit, occidentem versus declinabit.

Si distantia fili conjungentis ab acu magnetica  $\frac{3}{4}$  pollices non excedit, declinatio acus angulum circiter  $45^{\circ}$  efficit. Si distantia

<sup>1</sup> [c: Jacobson.]

<sup>2</sup> [c: usi sumus,]



augetur, anguli decrescunt ut crescunt distantiae. Cæterum declinatio pro efficacia apparatus varia est.

Filum conjungens locum mutare potest vel orientem vel occidentem versus, dummodo situm acui parallelum teneat, sine alia effectus mutatione, quam respectu magnitudinis; itaque effectus attractioni minime tribui potest, nam idem acus magneticæ polus, qui ad filum conjungens accedit, dum ei ad latus orientale positum est, ab eadem recedere deberet, quando locum ad latus occidentale occupat, si hæ declinationes ab attractionibus vel repulsionibus penderent. Conductor conjungens e pluribus filis aut tæniis metallicis connexis constare potest. Natura metalli effectus non mutat, nisi forte quoad quantitatem. Fila ex platino, auro, argento, orichalco, ferro, tæniis e plumbo et stanno, massam hydrargyri æquali cum successu adhibuimus. Conductor aqua interrupta non omni effectu caret, nisi interruptio spatium plurimum pollicum longitudinis complectatur.

Effectus fili conjungentis in acum magneticam per vitrum, per metalla, per lignum, per aquam, per resinam, per vasa figlina, per lapides transeunt; nam interjecta tabula vitrea, metallica vel lignea minime tolluntur, nec tabulis ex vitro, metallo et ligno simul interjectis evanescunt, imo vix decrescere videntur. Idem est eventus, si interjicitur discus electrophori, tabula ex porphyrita, vas figlinum, si vel aqua repletum sit. Experimenta nostra etiam docuerunt, effectus jam memoratos non mutari, si acus magnetica pyxide ex orichalco aqua repleta includitur. Effectuum transitum per omnes has materias in electricitate et galvanismo antea nunquam observatum fuisse, monere haud opus est. Effectus igitur, qui locum habent in conflictu electrico, ab effectibus unius vel alterius vis electricæ quam maxime sunt diversi.

Si filum conjungens in plano horizontali sub acu magnetica ponitur, omnes effectus idem sunt ac in plano super acum, tantummodo in directione inversa. Acus enim magneticæ polus, sub quo ea est fili conjungentis pars, quæ electricitatem proxime a termino negativo apparatus galvanici accipit, orientem versus declinabit.

Ut facilius hæc memoria retineantur, hac formula utamur: Polus super quem intrat electricitas negativa ad occidentem, infra quem ad orientem vertitur.

Si filum conjungens in plano horizontali ita vertitur, ut cum meridiano magnetico angulum sensim sensimque crescentem for-

met, declinatio acus magneticæ augetur, si motus fili tendit versus locum acus deturbatæ; sed minuitur, si filum ab hoc loco discedit.

Filum conjungens in plano horizontali, in quo movetur acus magnetica, ope sacomatis æquilibrata, situm, et acui parallelum, eandem nec orientem nec occidentem versus deturbat, sed tantummodo in plano inclinationis nutare facit, ita ut polus, penes quem ingreditur in filum vis negative electrica deprimatur, quando ad latus occidentale, et elevetur, quando ad orientale situm est.

Si filum conjungens perpendiculare ad planum meridiani magnetici, vel supra vel infra acum ponitur, hæc in quiete permanet; excepto si filum sit polo admodum propinquum: tum enim elevatur polus, quando introitus fit a parte occidentali fili, et deprimatur quando ab orientali fit.

Quando filum conjungens perpendiculare ponitur e regione polo acus magneticæ, et extremitas superior fili electricitatem a termino negativo apparatus galvanici accipit, polus orientem versus movetur; posito autem filo e regione puncto inter polum et medium acus sito, occidentem versus agitur. Quando extremitas fili superior electricitatem a termino positivo accipit, phænomena inversa occurrunt.

Si filum conjungens ita flectitur, ut ad ambas flexuræ partes sibi fiat parallelum, aut duo formet crura parallela, polos magneticos pro diversis rei conditionibus repellit aut attrahit. Ponatur filum e regione polo alteriutri acus, ita ut planum crurum parallelorum sit ad meridianum magneticum perpendiculare, et conjungatur crus orientale cum termino negativo, occidentale cum positivo apparatus galvanici; quibus ita instructis, polus proximus repellitur, vel ad orientem vel ad occidentem pro situ plani crurum. Conjuncto crure orientali cum termino positivo et occidentali cum termino negativo, polus proximus attrahitur. Quando planum crurum ponitur perpendiculare ad locum inter polum et medium acus, iidem, tantummodo inversi, occurrunt effectus.

Acus ex orichalco, ad instar acus magneticæ suspensa, effectum fili conjungentis non movetur. Etiam acus ex vitro, vel ex sic dicto gummi lacca, simili experimento subjectæ in quiete manent.

Ex his omnibus momenta quædam ad rationem horum phænomenorum reddendam afferre liceat.

Conflictus electricus non nisi in particulas magneticas materiæ agere valet. Videntur omnia corpora non-magnetica per conflictum



electricum penetrabilia esse; magnetica vero, aut potius particulæ eorum magneticæ transitui hujus conflictus resistere, quo fit, ut impetu virium certantium moveri possint.

Conflictum electricum in conductore non includi, sed, ut jam diximus, simul in spatio circumjacente idque satis late dispergi, ex observationibus jam propositis satis patet.

Similiter ex observatis colligere licet, hunc conflictum gyros peragere, nam hæc esse videtur conditio, sine qua fieri nequeat, ut eadem pars fili conjungentis, quæ infra polum magneticum posita eum orientem versus ferat, supra posita eundem occidentem versus agat; hæc enim gyri est natura, ut motus in partibus oppositis oppositam habeant directionem. Præterea motus per gyros cum motu progressivo, juxta longitudinem conductoris, conjunctus, cochleam vel lineam spiralem formare debere videtur, quod tamen, nisi fallor, ad phænomena hucusque observata explicanda nihil confert.

Omnes in polum septentrionalem effectus, hic expositi, facile intelliguntur, ponendo, vim vel materiam negative electricam lineam spiralem dextrorsum flexam percurrere, et polum septentrionalem propellere, in meridionalem autem minime agere. Effectus in polum meridionalem similiter explicantur, si vi vel materiæ positive electricæ motum contrarium et facultatem in polum meridionalem non autem in septentrionalem agendi tribuimus. Hujus legis cum natura congruentia melius repetitione experimentorum quam longa explicatione perspicietur. Dijudicatio autem experimentorum multo fiet facilius, si cursus virium electricarum in filo conjungente signis pictis vel incisus indicatus fuerit.

Dictis hoc tantum adjiciam: Demonstrasse me in libro septem abhinc annis edito, calorem et lucem esse conflictum electricum. Ex observationibus nuper adlatis jam concludere licet, motus per gyros etiam in his effectibus occurrere; quod ad phænomena, quæ polaritatem lucis appellant, illustranda perquam facere puto.

Dabam Hafniæ d. 21de Julii 1820.

*Johannis Christianus Ørsted.*

Eques auratus Ordinis Dannebrogici, in Universitate Hafniensi Prof. Physices Ord., Secretarius Societatis Regiæ Scientiarum Hafniensis.

---

# NEUERE ELECTRO-MAGNETISCHE VERSUCHE

## VON OERSTED IN KOPENHAGEN

(BEITRÄGE ZUR CHEMIE UND PHYSIK. HERAUSGEGEBEN VON DR. J. S. C. SCHWEIGGER.  
BD. 29. P. 364—69. NUERNBERG 1820)<sup>1</sup>

Seit der Bekanntmachung meiner ersten Versuche über die magnetische Wirkung des galvanischen Apparats<sup>2</sup> habe ich meine Untersuchungen über diesen Gegenstand vervielfältigt, so viel dies meine übrigen Beschäftigungen erlaubten.

Die electro-magnetischen Wirkungen scheinen nicht von der Intensität der Electricität abzuhängen, sondern blos von ihrer Quantität. Wird eine starke electriche Batterie durch einen Metalldraht auf eine Magnetnadel entladen, so erhält letztere keine Bewegung. Eine ununterbrochene Reihe von electricen Funken wirkt auf die Nadel durch gewöhnliche electriche Anziehung und Abstoszung, aber bringt keine eigentlich magnetisch-electriche Wirkung hervor. Eine galvanische Säule, die aus hundert zwei□zolligen Platten von jedem der beiden Metalle zusammengesetzt ist, und als flüssigen Leiter Papier mit Salzwasser angefeuchtet enthält, wirkt auch nicht merklich auf die Magnetnadel. Dagegen aber erhält man eine Wirkung durch einen einzigen galvanischen Bogen von Zink und Kupfer, der mit einem Leiter von einer stark leitenden Flüssigkeit, wie von einer Mischung von gleichen Theilen Schwefelsäure und Salpetersäure und sechszig Theilen Wasser, versehen ist. Man kann auch die doppelte Menge Wasser nehmen, ohne die Wirkung bedeutend zu vermindern. Ist die Oberfläche der beiden Metalle gering, so ist es auch die Wirkung, und diese vermehrt sich wieder in dem Maasse der vergrößerten Oberflächen. Eine Zinkplatte von sechs Quadratzoll, getaucht in einen kupfernen Kasten, worin sich der erwähnte flüssige Leiter befindet, bringt

<sup>1</sup> [Man findet diese Abhandlung auch in: Rahbeks Hesperus. Bd. 3. P. 321—27. Kjöbenhavn 1820. — Thomsons Ann. of phil. Vol. 16. P. 375—77. London 1820. — Bibliothèque universelle des sciences. Vol. 15. P. 137—41. Genève 1820. — Journal de Physique. Vol. 91. P. 78—80. Paris 1820. — Giornale Arcadio di scienze. Vol. 8. P. 343—53. Roma 1820. — Oken's Isis (Lit. Anz.) Col. 62—65. Jena 1821].

<sup>2</sup> Vergl. die latein. Abhandl. S. 275 dieses Hefts [P. 214, Bd. 2 dieser Ausgabe]. Es ist dies eine der bedeutendsten unter den neuern physikalischen Entdeckungen, die für die Wissenschaft von groszen Folgen seyn wird. Durch gegenwärtige nähere Erläuterungen werden die Leser in den Stand gesetzt, die Versuche auf eine einfache Weise zu wiederholen und sich von der Wichtigkeit der Oersted'schen Entdeckung selbst zu überzeugen. Seit Galvani's erstem Versuch ist vielleicht kein wichtigerer für die Lehre der Electricität und des Chemismus angestellt worden, als der Oersted'sche.

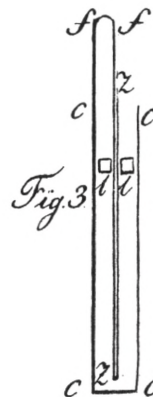
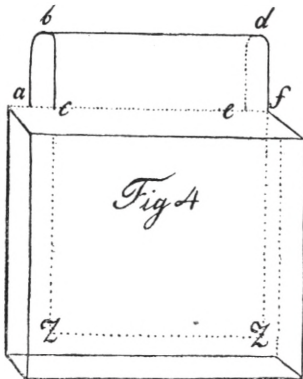
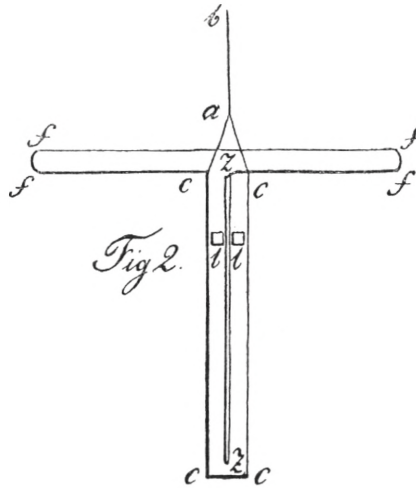
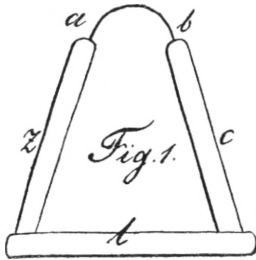
D. Red.



schon eine beträchtliche Wirkung hervor. Aber ein ähnlicher Apparat mit einer Zinkplatte von hundert Quadratzoll wirkt auf die Magnetnadel mit solcher Kraft, dasz man die Anziehung noch in einer Entfernung von drei Fusz deutlich bemerkt, auch wenn die Nadel nicht sehr empfindlich ist. Mit einem Apparat von vierzig gleichen Elementen habe ich keine gröszere Wirkung hervorgebracht, vielmehr schien mir die Wirkung geringer zu seyn. Wenn diese Beobachtung, die ich jedoch nicht ausdrücklich wiederholt hatte, richtig ist, so möchte ich annehmen, dasz eine, wenn auch geringe, Verminderung der leitenden Kraft, welche der Vermehrung der Elemente des Apparats zuzuschreiben ist, auch die electro-magnetische Wirkung vermindern möchte.

Um die Wirkung eines einzigen galvanischen Bogens mit der eines aus mehreren Bogen oder Elementen zusammengesetzten Apparats zu vergleichen, ist zuvörderst folgendes zu bemerken. Es sey Fig. 1. ein galvanischer Bogen, zusammengesetzt aus einem Stück Zink *z*, einem Stück Kupfer *c*, einem Metalledraht *ab*, und einem liquiden Leiter *l*. Das Zink theile immer eine Menge von seiner positiven Electricität, so wie das Kupfer von seiner negativen Electricität mit, wodurch also eine Anhäufung von negativer Electricität in dem obern Theile des Zinks, und von positiver Electricität in dem obern Theile des Kupfers entstehen würde, wenn die Communication durch *ab*, das Gleichgewicht nicht wieder herstellte, indem sie einen freien Uebertritt der negativen Electricität von *z* zu *c*, und der positiven Electricität von *c* zu *z* verstattet. Man sieht also, dasz der Draht *ab* die negative Electricität vom Zink und die positive vom Kupfer empfängt, statt dasz ein Draht, der die beiden Pole einer Säule oder eines andern zusammengesetzten galvanischen Apparats verbindet, die positive Electricität des Zinkpols und die negative des Kupferpols empfängt.

Richtet man auf diese Verschiedenheit seine Aufmerksamkeit, so kann man mit einem einzigen galvanischen Bogen, der wie vorhin beschrieben, geordnet ist, alle die Versuche, die ich Anfangs mit einem zusammengesetzten galvanischen Apparat anstellte, wiederholen. Die Anwendung eines solchen einfachen Bogens gewährt schon dadurch einen groszen Vortheil, dasz man damit die Versuche mit wenig Vorbereitung und Aufwand wiederholen kann; aber ein gröszerer Vortheil ist noch der, dasz man den Bogen stark genug für die electro-magnetischen Versuche, und



dennoch leicht genug einrichten kann, um denselben an einen dünnen Metalldrath aufzuhängen, so dasz derselbe sich dreht nach der verlängerten Achse des Draths. Auf diese Weise kann man umgekehrt auch die Einwirkung eines Magnetes auf den galvanischen Bogen beobachten. Da ein Körper einen andern nicht in Bewegung setzen kann, ohne selbst bewegt zu werden, wenn er beweglich ist, so konnte man leicht voraus sehen, dasz auch dem galvanischen Bogen von dem Magnet eine Bewegung ertheilt werden müszte.

Ich habe den einfachen galvanischen Apparat verschieden abgeändert, um die Bewegung, welche ihm von den Magneten ertheilt wird, zu untersuchen. Eine dieser Vorrichtungen sieht man Fig. 2., wo der senkrechte Durchschnitt in der Breite dargestellt ist. *cccc* ist



ein Kasten von Kupfer, von 3 Zoll Höhe, 4 Zoll Länge und  $\frac{1}{2}$  Zoll Breite. Diese Dimensionen kann man ohne Zweifel auf mannigfaltige Weise ändern, doch musz man dahin sehen, dasz die Breite nicht zu grosz werde, und dasz die Wände des Gefäßes so dünn als möglich gearbeitet sind. *zz* ist eine Zinkplatte. *ll* sind die beiden Stücke Kork, wodurch diese Platte in ihrer Richtung erhalten wird. *cffffz* ist ein Drath von Messing, von wenigstens  $\frac{1}{4}$  Linie Durchmesser. *ab* ist ebenfalls ein Messingdrath, aber nur so dünn, dasz derselbe blosz stark genug ist, den Apparat zu tragen. *cac* ist ein Faden von Hanf, womit der Metalldrath verbunden ist. Das Gefäß enthält den liquiden Leiter. Der leitende Drath dieses Apparats wird den Nordpol der Magnetnadel anziehen, wenn diese sich zur Linken der Ebene *cffffz*, in der Richtung *fz* betrachtet, befindet. Auf derselben Seite wird der Südpol zurückgestoszen werden. Auf der andern Seite dieser Ebene wird der Nordpol abgestoszen, und der Südpol angezogen. Um diese Wirkung hervorzubringen, musz sich die Nadel nicht über *ff* und nicht unter *fc* oder *fz* befinden. Wenn man statt einer beweglichen Nadel einem der Enden *ff* einen der Pole eines starken Magnets entgegenhält, so wird sich der galvanische Apparat in Bewegung setzen, und sich um die verlängerte Achse des Draths *ab* drehen, gemäsz dem angebrachten Pole.

Nimmt man statt des leitenden Draths einen breiten Streifen von Kupfer, von der Breite der Zinkplatte, so unterscheidet sich die Wirkung von der eben beschriebenen nur dadurch, dasz sie weit schwächer ist. Dagegen verstärkt man dieselbe ein wenig, wenn man den Leiter sehr verkürzt. Fig. 3. stellt den senkrechten Durchschnitt dieser Vorrichtung dar, in der Breite des Gefäßes. Fig. 4. ist dieselbe Vorrichtung perspectivisch gezeichnet. Man sieht leicht, dasz *aebdcf* die leitende Platte darstellt und *czzf* die Zinkplatte. Bei dieser Vorrichtung wird der Nordpol der Nadel nach der Ebene *abc* angezogen und der Südpol abgestoszen und davon entfernt werden. *edf* bringt die entgegengesetzten Wirkungen hervor. Hier hat man also einen Apparat, dessen Enden wie die Pole eines Magnets wirken. Man musz indes nicht vergessen, dasz hier blosz die beiden Enden und nicht die Theile zwischen denselben diese Analogie darbieten.

Man kann auch einen beweglichen Apparat von zwei Platten, von Kupfer und Zink, die in Spiralen gebogen, und in den liquiden Leiter aufgehangen sind, einrichten. Dieser ist leichter beweglich,

aber erfordert mehr Vorsicht, um sich nicht zu irren bei den damit angestellten Versuchen.

Bis jetzt ist es mir noch nicht gelungen einen galvanischen Apparat, der sich nach den Polen der Erde richtet, herzustellen. Dazu musz die Vorrichtung unstreitig eine ungemein grözere Beweglichkeit haben.

---

## BETRACHTUNGEN UEBER DEN ELECTROMAGNETISMUS

VON H. C. OERSTED

---

(JOURNAL FUER CHEMIE UND PHYSIK. HERAUSGEGEBEN VON DR. SCHWEIGGER U. DR. MEINECKE.  
BD. 32. P. 199—231. NUERNBERG 1821)<sup>1</sup>

### A. ZUR GESCHICHTE UEBER MEINE FRUEHERN ARBEITEN UEBER DIESEN GEGENSTAND

Schon bei meinen früheren Untersuchungen über die Natur der Electricität entwickelte sich bei mir der Gedanke, dasz die elektrische Leitung in einer unaufhörlichen Störung und Wiederherstellung des Gleichgewichts bestehe, und so eine Fülle von Thätigkeit enthalte, welche nach der Ansicht eines bloßen Durchströmens nicht geahnet wird.<sup>2</sup> Ich betrachtete daher die Leitung als einen elektrischen Wechselkampf (Conflictus) und fand mich, besonders in meinen Untersuchungen über die durch die elektrische Entladung hervorgebrachte Wärme, veranlaszt zu zeigen, dasz die beiden entgegengesetzten elektrischen Kräfte in dem durch ihre Wirkung erhitzten Leiter zwar vereinigt, aber nicht zur vollkommenen Ruhe verbunden sind,<sup>3</sup> so dasz sie noch eine grosze Thätigkeit zu äuszern vermögen, nur unter einer ganz anderen Form als der, welche man eigentlich die elektrische nennen kann. Diese vollkommene Aufhebung der Kräfte in elektrometrischer Beziehung, wobei doch eine sehr grosze Thätigkeit in anderen Beziehungen Statt finden sollte, hat man, ohnerachtet meiner Bemühungen, diesen Gedanken zu rechtfertigen, meistens sehr unwahrscheinlich gefunden. Es mag dieses zum Theil in der Dunkelheit der Sache

---

<sup>1</sup> [Man findet diese Abhandlung auch in: Bibliothèque universelle des sciences. Vol. 18. P. 3—29. Genève 1821. — Journal de physique. Vol. 93. P. 161—80. Paris 1821. — Thomsons Ann. of phil. Vol. 2. P. 321—37. London 1821.]

<sup>2</sup> Meinen Aufsatz hierüber findet man in *Gehlers Neues Journal der Chemie* 1806. [Bd. 1. P. 267—73 dieser Ausgabe.]

<sup>3</sup> S. meine Ansichten der chemischen Naturgesetze. Berlin 1812. S. 133—284. [Bd. II P. 96—163 dieser Ausgabe.]



selbst liegen, zum Theil auch in der Unvollkommenheit meiner Darstellung, die um so viel mangelhafter seyn musste, als neue Gedanken auch dem Urheber selten mit der vollen Klarheit erscheinen. Mittlerzeit hatte ein eigenes Gefühl der Uebereinstimmung dieser Ansicht mit den Thatsachen mir von ihrer Richtigkeit eine so starke Ueberzeugung gegeben, dasz ich es wagte, meine Theorie der Wärme und des Lichts darauf zu bauen, und so den scheinbar aufgehobenen Kräften eine Ausstrahlung in die weitesten Entfernungen beizulegen.

Da ich nun die Kräfte, welche sich in der Electricität äuszern, als die allgemeinen Naturkräfte schon lange ansah,<sup>1</sup> musste ich auch die magnetischen Wirkungen daraus ableiten.<sup>2</sup> Ich äuszerte daher die Vermuthung, dasz »die elektrischen Kräfte in einem von den Zuständen, wo sie sehr gebunden vorkommen, einige Wirkung auf den Magnet als Magnet hervorbringen könnten«.<sup>3</sup> Ich schrieb dieses auf einer Reise, konnte also nicht leicht die Versuche unternehmen; zu geschweigen, dasz die Art, wie dieselben anzustellen wären, mir damals, wo ich meine ganze Aufmerksamkeit auf die Entwicklung eines Systems der Chemie verwandte, bei weitem nicht klar war. Ich erinnere mich noch, dasz ich die beabsichtigte Wirkung, inconsequent genug, besonders von der Entladung einer groszen elektrischen Batterie erwartete, und ohnehin nur eine schwache magnetische Wirkung hoffte. Ich verfolgte also den gefassten Gedanken nicht mit dem gebührenden Eifer, wurde aber durch meine Vorlesungen über Electricität, Galvanismus und Magnetismus im Frühling 1820 wieder darauf gebracht. Die Zuhörer bestanden meist aus Männern von bedeutenden Vorkenntnissen; ich überliesz mich daher in diesen Vorlesungen und in den Meditationen dazu weitergehenden Untersuchungen. Meine alte Ueberzeugung entwickelte sich so zur neuen Klarheit, und ich entschlosz mich, meine Vermuthung durch Versuche zu prüfen. Die Vorbereitungen hiez zu waren an einem Tage gemacht, wo ich des Abends eine von diesen Vorlesungen zu halten hatte. Ich zeigte darin *Cantons* Versuch, über den Einflusz chemischer Wirkungen auf

<sup>1</sup> Man sehe den, meinen Materialien zur Chemie des neunzehnten Jahrhunderts, Regensburg 1803, am Ende beigefügten Brief [Bd. 1. P. 205—210 dieser Ausgabe], so wie auch die Ansicht der chemischen Naturgesetze S. 135 [Bd. 2. P. 97 dieser Ausgabe] und an sehr vielen andern Stellen.

<sup>2</sup> Ansicht der chemischen Naturgesetze S. 246—251. [Bd. 2. P. 146—149 dieser Ausgabe.]

<sup>3</sup> A. a. O. S. 251. [Bd. II. P. 148 dieser Ausgabe.]

den magnetischen Zustand des Eisens, ich machte auf die Veränderungen der Magnetnadel während eines Gewitters aufmerksam, und ich trug zugleich die Vermuthung vor, dasz eine elektrische Entladung auf eine Magnetnadel auszer der Kette wirken könne. Ich entschloz mich nun den Versuch zu machen. Da ich von der mit Glühen vergesellschafteten Entladung das meiste erwartete, wurde ein sehr feiner Platindrath in die Kette da eingeschaltet, wo die Nadel untergestellt wurde. Die Wirkung war zwar unverkennbar, erschien mir aber so verworren, dasz ich die weitere Untersuchung auf eine Zeit verschob wo ich mehr Musze zu haben hoffte.<sup>1</sup> Im Anfang des Juli-Monats wurden diese Versuche wieder aufgenommen und unausgesetzt verfolgt, bis ich zu den bekannt gemachten Resultaten kam.

#### B. ERLAEUTERUNG DES ERSTEN GESETZES DER ELEKTRO-MAGNETISCHEN WIRKUNGEN

Die elektromagnetische Wirkung, welche ich nur durch den galvanischen Apparat entdeckt hatte, ist später durch *Davy* und durch *Arago* auch mittelst der Reibungselectricität dargestellt worden, so dasz der Ausdruck elektromagnetische Wirkung nun durch die Erfahrung sich vollkommen rechtfertigt.

Die von mir aufgestellte Regel für die elektromagnetische Wirkung ist hier etwas mehr entwickelt folgende: In dem mit Widerstand verknüpften Zusammentreffen der entgegengesetzten elektrischen Kräfte<sup>2</sup> nehmen diese eine andere Wirkungsart an, der zufolge die positive elektrische Kraft das Südende der Magnetnadel abstöszt, das Nordende anzieht, die negative Kraft hingegen das Nordende der Nadel abstöszt, das Südende anzieht,<sup>3</sup> aber die Bahn der

<sup>1</sup> Dasz ich den Erfolg des Versuches voraus angab, dafür sind alle meine Zuhörer Zeugen. Die Entdeckung war also nicht Zufall, wie Hr. Professor *Gilbert* aus meinen Worten hat schließen wollen.

<sup>2</sup> Ich wiederhole hier, was ich schon in früheren Arbeiten erklärt habe, dasz ich unter elektrischen Kräften nichts anders als die unbekannte Ursache der elektrischen Erscheinungen verstehe, diese mag nun an eine freie Materie gebunden, oder auch eine selbständige Thätigkeit seyn.

<sup>3</sup> In meiner ersten Anzeige hatte ich blos Abstosungen der elektrischen Kräfte gegen die magnetischen angenommen, aber ich sah bald ein, dasz ich hier, aus Furcht mehr anzunehmen als eben gefordert wurde, in eine Inconsequenz verfallen war. Denn wenn die magnetischen Kräfte dieselben sind, wie die elektrischen, nur in einer andern Wirkungsform, so ergiebt sich von selbst, dasz sich entgegengesetzte Kräfte eben sowohl anziehen müssen, als gleichartige sich abstoszen. Ich habe daher schon längstens in meinen Vorlesungen die im obigen Gesetze angeführte Verbesserung angebracht.



Kräfte in diesem ist nicht die gerade Linie, sondern eine links gewundene Spirale oder Schraubenlinie.

Viele und darunter Männer von ungewöhnlichem Geist und tiefen Einsichten haben an der spiralen Bewegung der elektrischen Kräfte einen Anstos genommen. Ich werde in dem Folgenden einen Versuch machen zu zeigen, dasz diese Annahme weniger willkürlich ist, als sie im Anfange erscheinen mag; um dieses aber vorzubereiten, wird es rathsam seyn, erst den Sinn dieser Annahme deutlich auseinander zu setzen und demnächst darzuthun, dasz sich alle elektromagnetischen Erscheinungen darnach leicht zusammenreihen, ja voraussagen lassen, was in keiner von den andern noch versuchten Darstellungen mit Vollständigkeit geschehen kann. Nachdem ich denn gezeigt habe, dasz die von mir angegebene Regel auf jeden Fall als Regel für unser Zusammenfassen der Erscheinungen gelten musz, werde ich den Leser bitten, mit mir zu untersuchen, ob nicht diese Regel zugleich ein Gesetz seyn möchte, wornach in der Natur selbst die Erscheinungen geordnet sind.<sup>1</sup>

Wer nicht mit der Spirale sehr vertraut ist, wird zum Verständniz des Folgenden wohl thun, sich diese auf folgende Weise zu versinnlichen.

Auf einem Papierstreifen (Fig. 1.) wird der Länge nach eine Linie  $AB$  gezogen, und darauf kleine gleichschenklige Dreiecke so gezeichnet, dasz die Spitzen und die Mitte der Basen von der Linie durchschnitten werden. Man setze an dem Ende, wohin die Spitzen kehren, das Zeichen  $+$  und an dem, wohin die Basen kehren, das Zeichen  $-$ . Diesen Streifen wickelt man um eine Federspuhle, einen Pfeifenstiel, eine Glasröhre oder einen anderen cylindrischen Körper, so dasz die Bewickelung, von oben an gerechnet, und in Beziehung auf den Betrachter, von der Linken zur Rechten geht. Wir wollen diesen so bewundenen Cylinder den elektromagnetischen Anzeiger nennen. Mit diesem Anzeiger vergleicht man nun den Theil des Leitungsdraths, dessen Wirkung man beurtheilen will, und denkt sich ihn an der Stelle desselben, so dasz das mit  $+$  bezeichnete Ende den Zustrom des  $+E^2$  und das mit  $-$  bezeichnete den des  $-E$  erhält. Man wird dann immer finden, dasz in der Richtung des  $+E$  eine Abstosung auf das Südende der Nadel,

<sup>1</sup> Ich hatte die Absicht diese Entwicklung sogleich mitzutheilen, finde aber in meiner Untersuchung noch Lücken, welche ich gern ausfüllen möchte.

<sup>2</sup> [Das Original hat hier und im folgenden die Druckfehler  $+f$  und  $-f$ ; siehe die nächstfolgende Abhandlung.]

und in der des —  $E$  [eine Abstoszung auf das Nordende zu sehen ist. Der Kürze wegen werden wir die positive Elektricität durch  $+ E$ , die negative durch  $- E$  bezeichnen, und wenn diese Kräfte]<sup>1</sup> in einem Kreisläufe nicht mehr auf dem Elektrometer wirke[n], und überhaupt eine ganz andere Wirkungsform angenommen ha[ben], so wollen wir sie in dieser neuen Wirkungsform zum Unterschiede  $+ \varepsilon$  und  $- \varepsilon$  nennen. Es würde unnütz seyn, hier alle die Versuche wieder anzuführen, welche ich in meiner lateinischen Bekanntmachung mitgetheilt habe; es ist genug zu sagen, dasz man vermittelst des elektromagnetischen Anzeigers alle dort beschriebenen Wirkungen des Verbindungsdraths in den verschiedensten Stellungen voraus bestimmen kann. Nur ein Beispiel mag zur Erläuterung angeführt werden.

Man stelle zuerst einen senkrechten Theil des Verbindungsdraths einem Ende der Magnetnadel gegenüber: die Nadel wird sich so bewegen, wie es dem Anzeiger zufolge geschehen sollte; ist z. B. der obere Theil des Leiters der, welcher die Elektricität zunächst aus dem negativen Gliede des galvanischen Apparats empfängt, so wird die Spitze der Nadel, worauf die Wirkung geht, sich ostwärts kehren. In Fig. 2. stellt  $A$  den horizontalen Durchschnitt des Leiters vor, mit den oben angenommenen Zeichen der Richtungen der elektrischen Kreisströme.  $B$  stellt eine Magnetnadel vor, welche das Nordende diesem Leitungsdrathe zukehrt.  $C$  eine andere, welche demselben das Südende entgegenstellt. Beide werden ostwärts getrieben, das Nordende vom dem  $- \varepsilon$ , welches von Westen ankommt, das Südende von dem  $+ \varepsilon$ , was ihm gegenüber ebenfalls von Westen kommen musz. Man sieht leicht, dasz die Anziehung, welche das  $+ \varepsilon$  [auf der Nordspitze, das  $- \varepsilon$ ]<sup>1</sup> auf der Südspitze der Nadel ausübt, nur die Bewegung gegen Osten befördern kann.

Bringt man nun den Leiter einem Punkte in der nördlichen Hälfte der Nadel gegenüber, wie  $D$ , so wird nicht das gegen Osten gerichtete  $- \varepsilon$  in  $a$ , sondern das gegen Westen gerichtete  $- \varepsilon$  in  $c$  auf die Nordspitze der Nadel wirken. Zwar wird nun die Anziehung des  $+ \varepsilon$  in  $a$  die Nadel ostwärts ziehen, aber auf einem Punkte von schwächeren Magnetismus also mit einem geringeren Erfolg wirken; die Nordspitze wird folglich nach Westen gehen. Ich berufe mich hier nicht auf den Vortheil des Hebels, den das  $- \varepsilon$  in  $c$  hier über das  $+ \varepsilon$  in  $a$  hat; denn dasz dieser allein die beschriebene Erschei-

<sup>1</sup> [Reconstruiert nach Oersteds englischem und französischem Text derselben Abhandlung.]

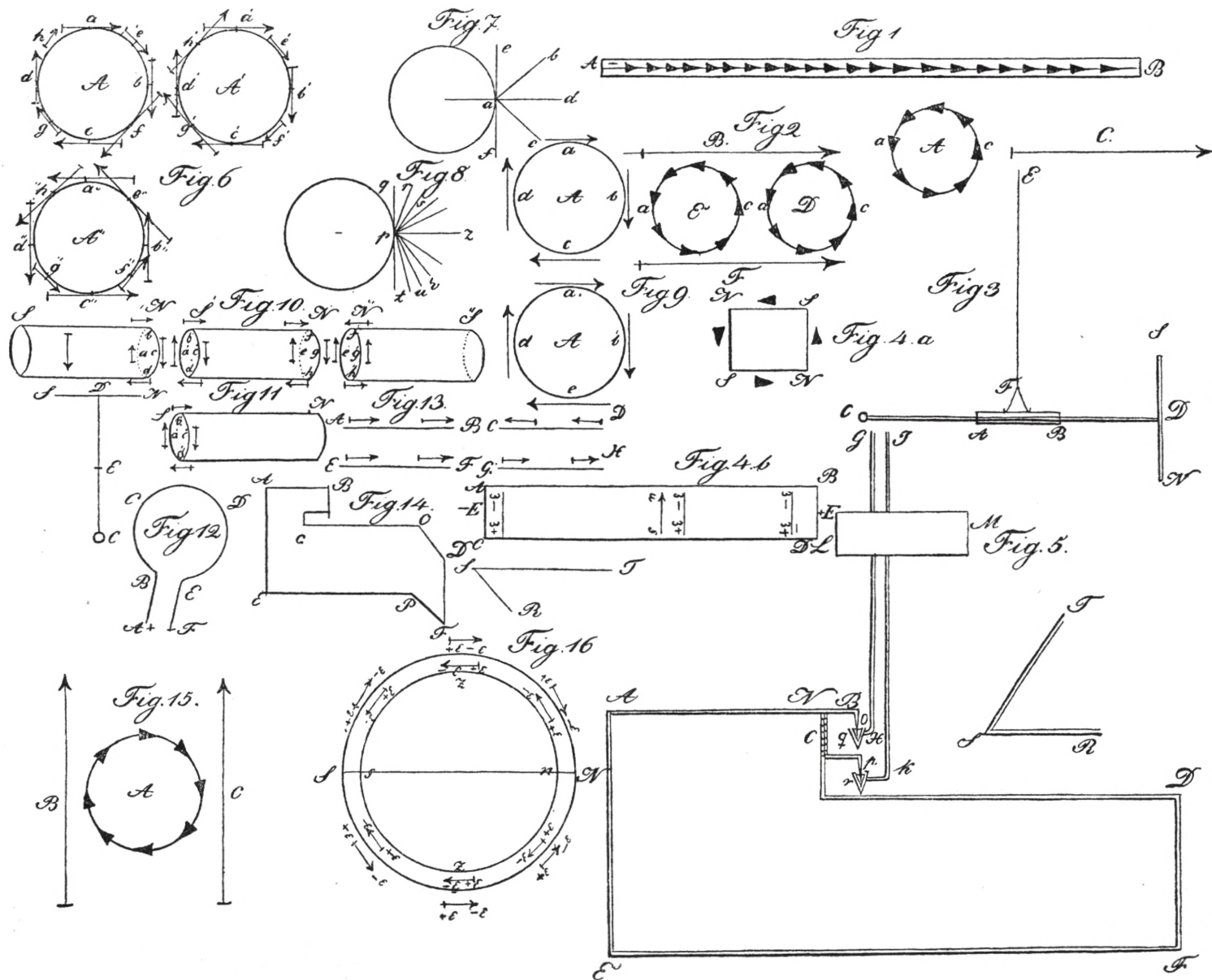


nung hervorbringen kann, erfährt man, wenn man eine Magnetnadel senkrecht auf dem einen Arm einer Drehwage befestigt und mit dem galvanischen Verbindungsdrath in Wechselwirkung bringt.

Stellt man den Leiter so, dasz  $E$  den Durchschnitt desselben vorstellen kann, so wird das  $-\epsilon$  in  $c$  zwar auf dieses Südende der Nadel anziehend wirken, das  $+\epsilon$  aber in  $a$  mit noch mehr Kraft abstoszen; die Südspitze geht also nach Westen.

Was geschehen wird, wenn der Leiter der Südspitze gegenüber steht, ist schon an der Wirkung von  $A$  auf  $C$  gezeigt worden. Es ist auch leicht vorauszusehen, was vorgehen wird, wenn der Leiter auf der westlichen Seite der Nadel zu stehen kommt, z. B. hier gegen die Nadel  $F$ . In dem Orte  $D$  wird das  $-\epsilon$  in  $a$  zwar das Nordende abstoszen, das  $+\epsilon$  in  $c$  aber es noch kräftiger anziehen; das Nordende geht also nach Westen, der senkrechte Leiter mag auf der östlichen oder westlichen Seite daran gestellt seyn. Das Südende geht ebenfalls in beiden Fällen nach Westen, wie man sich es nun aus der Figur leicht entwickeln kann. Will man aber auf eine unmittelbare Weise die entgegengesetzte Wirkung der beiden Seiten des Verbindungsdrathes sehen, so gebe man nur einer Magnetnadel an beiden Enden gleiche Pole. Zwar ist dieser Versuch, nach den vielen in meiner ersten Anzeige gegebenen Beweisen zur Bestätigung überflüssig, aber er möchte vielleicht sehr geschickt seyn, bei dem Vortrage der Lehre die Sache gleich am einfachsten darzustellen. Mit derselben Nadel kann man dann auch den Versuch machen, den Verbindungsdrath in horizontaler Lage den Spitzen der Nadel gegenüber zu stellen, und die aufwärts oder abwärts gehende Bewegung dieser Spitzen bemerken. Auf diese Weise hat man es in seiner Gewalt, alle Bewegungsrichtungen in dem Verbindungsdrathe sehr faszlich darzustellen.

Man kann die elektromagnetischen Versuche sehr gut mittelst der folgenden Vorrichtung anstellen, wobei die Beweglichkeit der Nadel nur leicht für die Bequemlichkeit des Experimentators zu grosz wird.  $AB$  (Fig. 3.) sey eine Hülse, wenn man will von Papier, worin sich ein dünner hölzerner Cylinder  $CD$  mit ganz geringer Friction umdrehen kann. Das Ende  $D$  trägt die Magnetnadel  $SN$ , und das Ganze ist an einem Haar, oder an einem feinen Metalldrathe aufgehangen. Hat man nun die Wirkung des Verbindungsdrathes auf  $N$  versucht, so braucht man nur  $CD$  in der Hülse so umzudrehen, dasz  $N$  nach oben kommt, um sogleich die Wirkung der





andern Seite der Nadel darauf versuchen zu können. Eben so leicht ist es, *SN* horizontal zu stellen, und die Anziehung oder Abstoszung eines gebogenen Theils des Verbindungsdraths zu untersuchen.

Um die elektromagnetischen Erscheinungen zu erklären, sind mehrere scharfsinnige Versuche gemacht worden. Der erste, der mir zur Kunde gekommen, ist von meinem berühmten Freund

*Berzelius*.<sup>1</sup> Dieser nimmt an, dasz der galvanische Leiter einen doppelten transversalen Magnetismus hat, so dasz der Querdurchschnitt *NSNS* (Fig. 4.) eines viereckigen Leiters bei den mit *N* bezeichneten Punkten Nordmagnetismus und bei den mit *S* bezeichneten Punkten Südmagnetismus haben muszte, oder auch umgekehrt, je nach der Richtung des elektrischen Stroms. Wenn der Leiter horizontal ist und der negative Strom von Norden kommt, so bedeutet in der Figur *N* Nord, *S* Süd. Diese Theorie erklärt zwar viele Erscheinungen mit einer überraschenden Leichtigkeit, wie es von der Hypothese eines so ausgezeichneten Naturforschers nicht anders zu erwarten war; aber sie stimmt doch nur mit einem Theile der Erscheinungen überein. Natürlicherweise wird man von der Hypothese fordern, dasz sie nicht bloz für die Erscheinungen an viereckigen, sondern auch an runden Leitern Rechenschaft geben soll; aber die runden Leiter wirken in allen Theilen des Umkreises so gleichförmig, dasz keine Polvertheilung darin zu entdecken ist. Diese Bemerkung machte mich sogleich misstrauisch gegen die neue Hypothese, ein direkter Versuch entscheidet aber ganz. Man lege einen Stahldrath um die eine Hälfte des viereckigen Leiters so, dasz er mit dem halben Umkreise *NSN*, oder *SNS*, gleichgültig auf welcher Seite, zusammenfällt, so sollte nach der Hypothese der Drath entweder keinen Magnetismus haben, oder gleichnamige Pole an beiden Enden; aber es findet sich, dasz der Drath immer an der Spitze den Nordpol hat, wohin nach meiner Darstellung, die auch in Figur 4. angedeutet ist, die Richtung des  $-\epsilon$ , und den Südpol an der Spitze, wohin die Richtung des  $+\epsilon$  geht.

Da man zu diesen Versuchen nur dünne Eisendräthe brauchen darf, so musz man auch eine schwache Nadel zu der Prüfung benutzen. Ein kurzes Stück von demselben Drath, an dem Gespinste des Seidenwurms aufgehangen, ist hiezu sehr geschickt.

Man kann überhaupt einen Stahldrath dadurch magnetisch machen, dasz man ihn quer auf den Leiter legt, dieser mag nun

<sup>1</sup> Vergl. dieses Jahrbuch. Heft 1. S. 94. f.  
d. Red.

rund, vierseitig oder flach seyn, und der Drath mag einen grösseren oder kleineren Theil des Umkreises einnehmen, immer wird die Spitze, gegen welche die Richtung des  $-\varepsilon$  gekehrt ist, nordmagnetisch, und die, gegen welche die Richtung des  $+\varepsilon$  geht, süd magnetisch werden. Hierin liegt noch das Merkwürdige, dasz der Magnetpol, welcher in dem angelegten Stahldrath hervorgebracht wird, gleichnamig ist mit dem Pol eines nebenstehenden Magneten, der in derselben Richtung abgestoszen wird. Dieses zeigt, dasz der Leiter nicht geradezu als ein auf der Oberfläche transversal magnetischer Körper betrachtet werden kann; denn in diesem Falle müszten die hervorgebrachten und abgestoszenen Pole ungleichnamig seyn.

Um mir die Frage zu beantworten, ob nicht der an die Oberfläche des Leiters dicht angeschlossene Drath als ein Theil dieser Oberfläche angesehen werden könne, der nur von den übrigen dadurch verschieden wäre, dasz er den ihm mitgetheilten Magnetismus auch behalten könne, legte ich ein Stück dünnes Papier zwischen den Leiter und den Stahldrath und verfuhr sonst wie in den früheren Versuchen. Ich erhielt auch noch dasselbe Resultat, nur mit dem Unterschied, dasz die Wirkung ein wenig schwächer war.

Stellt man auf einen breiten Leiter, der von einer kräftigen Entladung durchströmt wird, eine leichte Magnetnadel, so wird ihre Richtung beinahe allein von der transversalen elektromagnetischen Wirkung bestimmt, und der Erdmagnetismus bringt nur eine geringe Abweichung davon hervor. *ABCD* (Fig. 4 b.) sey der breite Leiter. Der Eintritt des  $-E$  geschehe bei *AC*, der des  $+E$  bei *BD*; die Richtung des Elektromagnetismus kann also durch die Linien  $+\varepsilon -\varepsilon$  bezeichnet werden. Eine Magnetnadel *SN*, deren nach Süden sich drehende Spitze *S*, die nach Norden sich drehende *N* heissen sollen, sey auf dem Leiter gestellt oder darüber aufgehangen. Man wird nun finden, dasz die Richtung *SN* mit der Richtung  $+\varepsilon -\varepsilon$  übereinkommt. Versetzt man die Nadel, ohne sie tiefer zu senken, zu einer Seite des Leiters, so wird das Nordende auf der Seite *AB* abgestoszen, auf der Seite *CD* angezogen, nur weit schwächer als vorher. Diese Erscheinung möchte darauf beruhen, dasz jeder Punkt in der nach Norden strebenden Hälfte der Magnetnadel von dem hinter ihm anströmenden  $-\varepsilon$  abgestoszen, und von dem ihm entgegenkommenden  $+\varepsilon$  angezogen wird.

In einem jeden Punkte der Oberfläche des Leiters ist also ein Bestreben, in zwei entgegengesetzten Richtungen magnetisch zu



wirken. Der scharfsinnige *Prechtl* ist durch seine Versuche mit einer sowohl durch den Magneten als durch den galvanischen Apparat magnetisirten Spirale aus Stahldrath auf das Resultat gekommen, dasz der galvanische Verbindungsdrath ein vielfach polarisirter Transversalmagnet sey. Man sieht, dasz diese auf verschiedenen Wegen gewonnenen Ansichten sehr nahe zusammentreffen; nur möchte ich für den Zustand des elektrisch durchströmten Leiters lieber den Namen Elektromagnetismus beibehalten: denn erstens tritt in einem solchen Leiter nirgends ein Pol hervor; zweitens fordert die unaufhörliche Hervorbringung neuer Elektricität in dem galvanischen Apparate, dasz wir auch einen immer erneuerten Elektromagnetismus, einen ununterbrochenen Kreislauf der elektrischen Kräfte unter der magnetischen Wirkungsform in dem Leiter annehmen. Erst da, wo der Kreislauf unterbrochen wird, ohne dasz die entgegengesetzten Thätigkeitsrichtungen aufhören, entsteht eigentlicher Magnetismus.

#### C. ERKLAERUNG DER WECHSELWIRKUNG GALVANISCHER LEITER AUS DEM GRUNDGESETZE

Sobald ich einen kleinen geschlossenen galvanischen Apparat nach Art der Drehwaage aufgehangen hatte, untersuchte ich auch, in wie weit der galvanische Verbindungsdrath auf den des aufgehängenen Apparats wirken möchte; ich erhielt aber wegen der gar zu schwachen Wirkung und der gar zu groszen Last des beweglichen Apparats keine deutliche Wirkung. Eben so ging es, wie ich aus den über den Elektromagnetismus bekannt gemachten Abhandlungen sehe, mehreren andern Physikern, die dasselbe Verfahren versuchten. *Ampère* wählte einen besseren Weg; er richtete einen beweglichen Leiter vor, den er mit einem hinreichend starken Apparat in Verbindung setzen konnte, und so gelang es ihm, die Anziehungen und Abstosungen der galvanischen Leiter zu entdecken. Seine Abhandlungen über den Elektromagnetismus sind schon zu bekannt, als dasz ich nöthig hätte zu sagen, dasz dieser vortreffliche Forscher in den Anwendungen, die er von seiner Entdeckung gemacht, denselben ungemeinen Scharfsinn gezeigt hat, wie in seinen früheren Arbeiten, die alle einen tiefeindringenden Geist verrathen. Wenn ich auch künftig, wie bisher, mich zu einer andern Theorie des Magnetismus, als die seinige ist,

bekennen werde, so werde ich doch nicht aufhören, das mannigfaltige Lehrreiche seiner Forschungen anzuerkennen.

Mein jetziger Apparat zu den Versuchen über die gegenseitigen Wirkungen der galvanischen Leiter scheint mir ziemlich einfach zu seyn; ich werde ihn daher hier beschreiben. *ABCDEF* ist der bewegliche Leiter aus einem Messingdrath von ohngefähr  $\frac{1}{5}$  Linie Durchmesser. *NC* ist ein dünner Cylinder aus Holz, um die Verbiegung des Leiters so viel möglich zu verhüten. Bei *o* und *p* sind Stahlspitzen an dem Messingdrathe angelöthet. Diese Spitzen bewegen sich in zwei sehr kleinen konischen Gefäßen *q* und *r*, aus Eisen, welche mit Quecksilber gefüllt sind. In *q* ruht die Spitze auf dem Boden, und darauf ruht der ganze Leiter, in *r* hingegen schwebt die Spitze frei in dem Quecksilber. *GH* und *IK* sind Messingdräthe, welche die *q* und *r* tragen. *LM* ist ein Bretchen, worin diese Dräthe befestigt sind, und welches beliebig irgendwo angeklammert werden kann.

Wenn *G* und *I* mit den Leitern des galvanischen Apparats in gehörige Verbindung gesetzt wird, so macht der Drath *ABCDEF* einen Theil des Leitungsdraths aus, stellt sich in dem magnetischen Ost und West, wie *Ampère* entdeckt hat, und bietet sich zu allen galvanomagnetischen Hauptversuchen dar. Um aber die Einwirkung der Zuleiter auf den beweglichen Leiter unmerklich zu machen, musz man *GH* und *IK* eine Länge von einem Fusz oder mehr geben, und überhaupt vermeiden, dasz die Zuleiter dem beweglichen Leiter nahe kommen. Es versteht sich, dasz man bei feineren Versuchen diese Vorrichtung in einen gläsernen Kasten einschlieszen kann, wenn nur die Dräthe *GH* und *IK* durch einen Stöpsel durchgehen; aber zu den meisten Versuchen braucht man diese Vorsicht nicht.

Dasz Leiter oder Theile von Leitern sich anziehen, wenn sie in gleicher Richtung, und sich abstoszen, wenn sie in entgegengesetzter Richtung von der elektrischen Entladung getroffen werden, ist das Gesetz, dessen Entwicklung wir den wohlgeleiteten Untersuchungen *Ampères* schuldig sind. Er versucht nicht, dieses Gesetz aus der Natur der elektrischen Kräfte abzuleiten, sondern behandelt es als ein von keinem früher bekannten abzuleitendes Gesetz. Ich will hier eine Ableitung desselben versuchen.

Wir wollen unsere Betrachtung der Sache fürs erste so anstellen, als wäre die Wirkung der Elektrizität auf die Magnetnadel noch nicht entdeckt. Die Anziehungen oder Abstosungen der



Leiter, wovon wir keine Spur sehen, wenn sie von keinen elektrischen Kräften durchdrungen sind, können nicht anders als den elektrischen Kräften zugeschrieben werden; diese müssen also in den Leitern eine solche Richtung haben, dass sie die entdeckten Wirkungen hervorbringen können. Wir wollen die verschiedenen denkbaren Wirkungsarten betrachten, um ausfindig zu machen, welche den durch die Erfahrung gegebenen Bedingungen am besten entspricht.

Fig. 6. stelle die Durchschnitte  $A$  und  $A'$  zweier in gleicher Richtung durchströmten Leiter dar. Keine der beiden elektrischen Kräfte kann darin ein merkliches Uebergewicht haben, denn sonst würden sich die Leiter wechselseitig abstoßen; eben so wenig können beide Kräfte in gleicher Richtung von dem Leiter aus wirken; denn in diesem Falle würde die eine Kraft die Wirkung der andern aufheben. Eine Ungleichheit in der Ausströmungsart der beiden Leiter lässt sich natürlicherweise gar nicht denken, da sie beide als völlig gleich und auf gleiche Weise von den Kräften durchdrungen vorausgesetzt werden. Die Kräfte müssen also von jedem Punkte der Oberfläche aus in entgegengesetzten Richtungen ausströmen; ihr Weg kann solchergestalt nicht in den verlängerten Radius fallen, sondern jede der Kräfte muss in die Richtung einer der entgegengesetzten Tangenten des Punktes gehen: z. B. bei  $b$  in dem Leiter  $A$ , müsste das  $-E$  nach  $f$  gehen, wenn das  $+E$  nach  $e$  geht. Wir wollen dieses transversal wirkende  $E$ , zum Unterschied von dem  $E$  in dem longitudinalen Strome auch hier mit  $\varepsilon$  bezeichnen, womit es ohnedem zusammenfällt. Wollte man den wenig natürlichen Gedanken annehmen, dass die Kräfte von jedem Punkte in zwei Richtungen ausgingen, welche zu entgegengesetzten Seiten zwischen der Tangente und dem verlängerten Radius fielen, wie  $ab$  und  $ac$  Fig. 7., so würde doch jede sich in zwei Richtungen auflösen, wovon die eine in  $ad$  fiel, und wegen Vereinigung beider Kräfte ohne Wirkung seyn müsste, und die andere für die eine Kraft in  $ae$ , für die andere in  $af$  fiel, wodurch die Wirkung also auf die tangentialen Richtungen zu beruhen käme.

Ich sagte: diese Meinung hat wenig Wahrscheinlichkeit; dahingegen ist es sehr wahrscheinlich, dass die Kräfte nicht bloß nach den Tangenten, sondern büschelförmig nach entgegengesetzten Richtungen hinauswirken; z. B. von  $p$  (Fig. 8.) aus das  $+\varepsilon$  in den Richtungen  $pq$ ,  $pr$ ,  $ps$  u. s. w., das  $-\varepsilon$  in den Richtungen  $pt$ ,  $pu$ ,

$pv$  u. s. w., immer aber so, dasz das  $+$   $\varepsilon$  auf der einen, das  $-$   $\varepsilon$  auf der anderen Seite des verlängerten Radius  $pz$  bleiben.

Es wird wohl nicht leicht jemanden einfallen, die Möglichkeit zu denken, dasz die eine Kraft unter einem andern Winkel von der Oberfläche heraus wirken könnte als die andere; denn gesetzt, dasz die eine in die Richtung des verlängerten Radius wirkte, die andere nicht, so würde jene, welche von der Oberfläche winkelrecht heraus wirkte, eine gröszere nach auszen gehende Wirkung hervorbringen als die andere, es würden also die Leiter sich abstoßen; wollte man aber setzen, dasz die eine Kraft sich nur der Richtung des verlängerten Radius mehr näherte als die andere, so würde diese Kraft [sich] doch in ihrer Wirkung in zwei Richtungen, eine tangentiale und eine radiale auflösen, und letztere würde stärker seyn als die radiale Wirkung der andern Kraft.

Die einzige Voraussetzung also, worunter es möglich wird, dasz die elektrischen Kräfte die gegebenen Erscheinungen hervorbringen, ist, dasz sie von jedem Punkte aus in solchen Richtungen ausgehen, dasz die entgegengesetzten Kräfte durch den verlängerten Radius getrennt werden. Um aber die Sache in einer Figur ohne Verwirrung darstellen zu können, wollen wir blos die tangentialen Richtungen, und zwar nur an einzelnen Punkten darstellen.

Betrachten wir nun die Wirkungen nach den tangentialen Richtungen in Fig. 6., wo die analogen Punkte in  $A$  und  $A'$  mit gleichen Buchstaben bezeichnet sind, so sieht man gleich, dasz die Richtung des  $-$   $\varepsilon$  von  $a$  aus mit der des  $+$   $\varepsilon$  von  $a'$  aus zusammentrifft. Auf ähnliche Weise begegnen sich das  $+$   $\varepsilon$  von  $c$  mit dem  $-$   $\varepsilon$  von  $c'$ . Dieses Zusammentreffen der entgegengesetzten Kräfte, welches eine Anziehung bewirken musz, findet auch in den meisten übrigen Punkten der beiden Umkreise Statt, z. B.  $e$  auf  $h'$ ,  $f$  auf  $g'$ . Zwar wirken  $e$  und  $g'$ ,  $f$  und  $h'$ , wie auch die ihnen benachbarten Punkte, abstoßend auf einander; aber wegen der geringeren Zahl der wirkenden Punkte, und der schiefen Richtung musz diese Wirkung von der anziehenden bei weitem übertroffen werden.

In Fig. 6.  $A''$  wird der Durchschnitt eines Leiters vorgestellt, worin die Richtung der elektrischen Wirkung die umgekehrte von der in  $A$  und  $A'$  ist.

Die Punkte  $d$  und  $d''$  stoßen sich hier vermöge ihres  $+$   $\varepsilon$ , und  $b$  und  $b''$  vermöge ihres  $-$   $\varepsilon$  ab. Auszerdem wirken hier eine gleiche Menge von Punkten abstoßend, wie in dem vorigen anziehend.



Die anziehende Wirkung, welche  $g$  und  $e''$ ,  $f$  und  $h''$ , wie auch die ihnen benachbarten Punkte hervorbringen, werden hier ebenso von den abstosenden Kräften überwunden, wie in dem vorigen Fall die abstosenden von den anziehenden.<sup>1</sup>

Ohngeachtet diese Schlüsse nur so ausgedrückt sind, als es nöthig ist, wenn von cylindrischen Leitern die Rede ist, so kann man sie doch auch leicht auf Leiter von anderen Figuren anwenden; der einfachste Ausdruck schien mir aber hier den Vorzug zu verdienen. Es entsteht aber nun hier die Frage, ob zwei in einer fortgesetzten geraden Linie bewegte Leiter auf einander anziehend oder abstosend wirken können. Die Theorie, so weit wie sie noch geht, entscheidet nicht ganz.

Für die bejahende Antwort liesze sich anführen, dasz in zwei galvanisch durchströmten Leitern dasselbe Zusammentreffen der gleichartigen oder entgegengesetzten Kräfte der Länge nach Statt findet, wie in dem Umkreise. Stellen  $AB$  und  $CD$  (Fig. 13.) zwei auf entgegengesetzte Weise durchströmte Leiter dar, so ist es offenbar, dasz die Richtung des  $-\epsilon$  in  $AB$  und die des  $-\epsilon$  in  $CD$  zusammentreffen und sich also abstoszen. Dahingegen treffen das  $+\epsilon$  der beiden Leiter nicht auf einander, wie in  $A$  und  $A''$  Fig. 6., auch musz die Entfernung der auf einander wirkenden Punkte sehr die Wirkung schwächen; wozu noch dieses kommt, dasz die Längenwirkung keinen Magnetismus hervorbringt, die Wirkung der Kräfte also in dieser schwächer ist, als in der transversalen Richtung. Dasselbe lässt sich auf den Fall anwenden, wo die entgegengesetzten Kräfte sich begegnen, wie in  $EF$  und  $GH$  (Fig. 13.).

Um diese Frage zu beantworten, habe ich mehrere Versuche angestellt. Dem obern Rand  $CD$  des beweglichen Leiters in Fig. 5. gegenüber legte ich einen Leiter  $RST$ , so dasz  $SR$  in die Verlängerung von  $CD$  fiel,  $ST$  aber in derselben horizontalen Ebene mit dieser Linie einen rechten Winkel bildete. Die Verbindung mit dem galvanischen Apparat wurde so getroffen, dasz dieselbe elektrische Kraft, welche in dem beweglichen Leiter ihre Richtung von  $C$  nach  $D$  hat, in dem unbeweglichen von  $R$  nach  $S$  und von da weiter nach  $T$  ging.  $CD$  hätte also abgestoszen werden sollen,

<sup>1</sup> Die hier gegebene Erklärung habe ich schon in einer öffentlichen Vorlesung am 2. Jan. d. J. vorgetragen. Ich halte den ersten Dienstag in jedem Monat eine öffentliche Vorlesung, worin ich die nach und nach mir bekannt gewordenen Entdeckungen in der Naturlehre darstelle, und das Verhältnisz, worin sie mit dem System unsers Wissens stehen, zeige. In einer solchen Vorlesung erklärte ich mich auch über die Ursache der Anziehung und Abstoszung der Leiter.

was aber nicht erfolgte. Auch wenn man den Leiter  $RST$  in derselben horizontalen Ebene etwas verschob, ohne seinen Parallelismus mit  $CD$  zu stören, erfolgte keine Wirkung. In der letzten Lage wurde auch die Durchströmung des Leiters versucht, welche Anziehung geben sollte, aber ohne Erfolg.

Um diese Versuche noch vollkommener anzustellen, wurde der bewegliche Leiter so gebogen, wie in Fig. 14. dargestellt ist, nämlich so, dass die Ebene von  $ODPF$  mit der von  $ABCOEP$  einen rechten Winkel bildet. Der Schenkel  $SR$  des beweglichen Leiters wurde in den verlängerten  $OD$  gelegt,  $ST$  aber senkrecht darauf in derselben Ebene, worin der oberste Rand  $COD$  des beweglichen Leiters sich befand. Auch hier zeigte sich weder Anziehung, wenn die beiden Leiter  $OD$  und  $SR$  in gleicher Richtung durchströmt waren, noch Abstoszung, wenn sie in entgegengesetzten Richtungen durchströmt wurden. Selbst wenn man unten bei  $F$  einen ähnlichen Leiter, wie  $RST$ , gehörig anbrachte, zeigte sich von den beiden vereinigten Leitern keine Wirkung.

Diese Versuche, welche eben den Ausfall hatten, den die hier dargestellte Theorie als den wahrscheinlichen angab, machten eine Beschränkung des von *Ampère* entdeckten Gesetzes, welche von keiner in demselben liegenden Bestimmung gefordert wird. Diese Bemerkung mag noch einen Nebengrund für unsere Theorie abgeben, welchen wir übrigens am liebsten auf die Betrachtung der Natur der elektrischen Wirkungen mit diesen neuen Erscheinungen verglichen, stützen mögen.

#### D. DIE MAGNETNADEL

Da sich in der galvanischen Säule unaufhörlich neue Elektrizität entwickelt, so müssen die Entladungen als ein unaufhörlich erneuertes Geben und Nehmen betrachtet werden. Der in dem entladenden Leiter Statt findende eigne Zustand der Kräfte, in welchem sie als elektromagnetische Kräfte wirken, scheint mir also ein unaufhörlich bewegter zu seyn. In dem Magnete aber scheinen dieselben Kräfte nur in so fern von der elektromagnetischen Wirkungsform abzugehen, dass sie sich in einem beinahe ruhenden Zustande befinden, und keinen geschlossenen Kreis bilden. Hier ist sodann das  $+\epsilon$  als  $+m$ , das  $-\epsilon$  als  $-m$  zu trennen. Der äusserste Punkt eines Magneten, wohin das  $+m$  gerichtet ist, musz also das stärkste  $+m$ , der entgegengesetzte, wohin die Richtung



des  $-m$  geht, musz das kräftigste  $-m$  enthalten, vorausgesetzt, dasz die Ausdehnung und Leitungsfähigkeit hierin keine Ausnahme veranlaszt. Natürlicherweise sprechen wir hier von der Kraft in jedem einzelnen Punkte, und nicht von dem grössten Wirkungserfolg einer ganzen Magnethälfte, welcher offenbar nicht dem äussersten Punkte gegenüber Statt haben kann. In einem gewissen Sinne könnte man sagen, der Magnet sey ein mit Elektromagnetismus geladener Körper. Diese ganze Ansicht des Magneten fällt, von dem Punkte an, wo wir von dem Ausdruck  $+\varepsilon$  und  $-\varepsilon$  zu dem Ausdruck  $+m$  und  $-m$  übergegangen sind, ganz mit der gewöhnlichen zusammen, und bedarf daher keiner weiteren Erörterung.

Dahingegen ist es nothwendig, hier die Hauptgründe aufzustellen, warum ich nicht *Ampères* scharfsinniger Theorie des Magnetismus beitreten kann. Wie bekannt nimmt dieser an, dasz die Linie, welche die entgegengesetzten Pole des Magneten verbinden, von elektrisch durchströmten Leitern umkreist wird, so dasz diese Umkreisung, nicht aber die magnetische Längenvertheilung, die Ursache des Magnetismus seyn sollte. Nach dieser Ansicht sollen zwei benachbarte bewegliche Magnete sich so zu drehen suchen, dasz ihre umkreisenden Leiter sich anziehen. Stellen wir also zwei Magnete, wovon der eine wenigstens beweglich ist, mit ihren Axen parallel über einander, so musz eine Umdrehung Statt finden, wodurch die entgegengesetzten Pole über einander zu stehen kommen. Durch A und A' (Fig. 9.) werden von zwei über einander in gleicher Richtung gestellten Magneten Durchschnitte vorgestellt, welche senkrecht auf ihre Axen (Verbindungslinien ihrer Pole) geführt werden; sie stellen uns mithin aus jedem Magnete einen der umkreisenden Leiter grade vor Augen. Die Pfeile stellen hier nicht den Kreislauf der Kräfte um den Leiter (nicht das  $+\varepsilon$  und  $-\varepsilon$ ), sondern den Kreislauf der Kräfte in der Kette, so wie dieser gewöhnlich gedacht wird (das  $+E$  und  $-E$ ), dar. Die gleichen Buchstaben in beiden Kreisen stellen natürlicherweise Stellen von gleicher Strömungsrichtung vor. Nun kommen sich aber die entgegengesetzterweise durchströmten Theile am nächsten, und müszen sich also abstoszen, bis eine Umdrehung Statt gefunden hat, wobei die umkreisenden Leiter so über einander zu stehen kommen, dasz die einander gegenüber stehenden Punkte in gleicher Richtung durchströmt werden, welches nur geschieht, wenn die entgegengesetzten Pole über einander zu stehen kommen. In allen anderen

parallelen Lagen der Axen findet ein ähnliches Verhältnisz Statt, wovon man sich leicht durch eine schon in Gedanken ausgeführte Versetzung der Kreise  $A$  und  $A'$  überzeugen kann.

$SN$  (Fig. 10.) stellt einen nach dieser Idee construirten Magneten dar, und die Pfeile haben dieselbe Bedeutung, wie bei der vorigen Figur, und werden bis weiter in dieser Untersuchung dieselbe Bedeutung behalten. Die Richtung des  $+E$ , oder nach *Ampère* die Richtung des elektrischen Stroms, geht auf der uns zugekehrten Seite von unten nach oben, wie es der auf der Mitte angebrachte Pfeil mit seinem kreuzförmigen Ende anzeigt<sup>1</sup>. Die rechte Seite eines solchen galvanischen oder elektrischen Kreises wird sich nun immer gegen Norden kehren, die linke mithin gegen Süden. Legt man also eine Magnetnadel so vor sich, wie  $SN$  hier vorgestellt wird, so musz das Ende, welches man zur Rechten hat, sich gegen Norden zu kehren streben, oder Nordende der Nadel seyn; wo hingegen das zur Linken liegende Ende das Südende seyn wird. Eine ganz ähnliche Magnetnadel ist durch  $S'N'$  (Fig. 10.) vorgestellt. Wenn das Südende von dieser Nadel,  $S'$ , dem Nordende von jener,  $N$ , gegenüber kommt, also  $a, b, c, d$  den gleich benannten Punkten  $a', b', c', d'$  entgegenstehen, so wirken Leiter, welche in gleicher Richtung durchströmt werden, auf einander, und ziehen sich an, wie es bei entgegengesetzten Polen Statt finden musz. Stellt man umgekehrt  $S'N'$  und  $S''N''$  (Fig. 10.) so zusammen, dasz  $N'$  und  $N''$  einander gegenüber zu stehen kommen, also  $e, f, g, h$  den gleichbenannten Punkten  $e', f', g', h'$  entgegenstehen, so wirken hier Leiter auf einander, welche entgegengesetzterweise durchströmt werden, sich folglich abstoszen, wie solches bei gleichbenannten Polen seyn musz.

So weit ist die Erklärung der Thatsachen auffallend treffend; aber stellt man nun die Magneten  $SN$  und  $S'N'$  so neben einander, dasz das Ende  $N$  von dem ersten neben dem Ende  $S'$  von der letzten zu liegen kommt, so wird entweder  $a$  mit  $c'$  oder  $a'$  mit  $c$ , oder  $d$  mit  $b'$ , oder endlich  $d'$  mit  $b$  in Nachbarschaft kommen: in allen diesen Fällen aber treffen entgegengesetzterweise durchströimte Leiter zusammen und müssen sich abstoszen. Alles was von dem Verhältnisz zwischen  $N$  und  $S'$  gesetzt worden, lässt sich auch auf  $N'$  und  $N''$  mit den gehörigen Veränderungen anwenden.

<sup>1</sup> [Diese Richtung des Stromes stimmt nicht mit der Angabe der Pole in der Fig. 10. und in dem folgenden Text.]



Ein ähnliches Verhalten zeigt auch ein wirklicher Magnet gegen einen nach dieser Idee construirten.  $SN$  (Fig. 11.) stelle jenen,  $S'N'$  diesen vor; aber  $SN$  sey auf dem einen Ende eines Streifen befestigt, welcher bei  $E$  ein Hütchen, wie eine Magnetnadel hat, und damit auf einer Spitze ruht, so dasz er sich um  $E$  drehen kann. Man findet nun, dasz  $N$  zwar von der Fläche  $a'b'c'd'$  angezogen, aber von allen Punkten auf der äusseren Seite des Kreises abgestoszen wird; so wie es nach der von mir aufgestellten Theorie seyn musz, aber was nicht mit der Behauptung übereinstimmt, dasz  $S'N'$  als ein Magnet zu betrachten sey. Da es hier auf die Länge der Magnetaxe nicht ankommt, so braucht man zu diesen Versuchen nur einen wie  $ABCDEF$  (Fig. 12.) gebogenen Drath, welcher bei  $A$  das  $+\varepsilon$ , bei  $F$  das  $-\varepsilon$  empfängt; in diesem Falle enthält die Seite des Kreises  $ABCDE$ , welche als uns zugekehrt vorgestellt wird, das gegen Süden gekehrte Ende der Axe, mithin das von uns abgekehrte das gegen Norden gekehrte Ende. Der bewegliche Magnet  $SN$  kann auch auf die in Fig. 3. gezeigte Weise aufgehangen werden, nur dasz  $CD$  so in der Hülse  $AB$  umgekehrt wird, dasz  $SN$  eine horizontale Lage erhält.

Der von *Ampère* in der Darstellung seiner Theorie als sehr überzeugend angeführte Versuch, dasz eine ganze beweglich aufgehängene Magnetnadel von einem galvanischen Leiter so angezogen und abgestoszen wird, wie es seine Theorie anzeigt, darf nicht als eine Einwendung gegen die von mir aufgestellte Theorie betrachtet werden und ist auch von *Ampère* nicht so gedacht worden, indem er überhaupt nicht die Absicht hatte, meine sehr kurz dargestellte und ohnedem noch sehr unentwickelte Theorie einer Kritik zu unterwerfen. Es wird aber zur schnellen Uebersicht beitragen, wenn wir hier durch eine Fig. (Fig. 15.) dieses Verhältnisz darstellen.

$A$  ist der Durchschnitt eines elektromagnetisch durchströmten Leiters,  $B$  und  $C$  zwei Magnetnadeln. Man sieht nun gleich, dasz  $C$  abgestoszen,  $B$  aber angezogen werden wird; denn das  $-\varepsilon$  in  $A$  trifft hier das Nordende, und das  $+\varepsilon$  das Südende von  $C$ : da hingegen trifft das  $+\varepsilon$  aus  $A$  auf das Nordende, und das  $-\varepsilon$  auf das Südende von  $B$ . Es folgt also diese Erscheinung mit gleicher Leichtigkeit aus beiden Theorien. Zu den Schwierigkeiten der *Ampèrischen* Theorie gehört auch die Erklärung des gewöhnlichen Magnetisirens, wie schon der geistreiche *Erman* bemerkt hat. Man sieht nicht ein, wie man durch die Berührung oder das Be-

streichen der einen Seite eines Stahldraths eine galvanische Kette um den ganzen Drath legen kann. Da die hier angenommene Theorie von der gewöhnlichen nur in der Ableitung des Magnetismus, nicht aber in dem Begriff der magnetischen Vertheilung verschieden ist, so kann sie auch die gewöhnliche Erklärung benutzen.

Unerklärt bleibt noch in allen Fällen die besondere Fähigkeit des Eisens, des Nickels und des Kobalts, einen hohen Grad von Magnetismus anzunehmen, während fast alle anderen diese Fähigkeit nur in einem äusserst geringen Grade besitzen.

Ich will meine Einwendungen gegen die scharfsinnige Theorie von *Ampère* nicht weiter ausführen; habe ich ihn recht verstanden, so ist das Angeführte meiner Meinung nach hinreichend; habe ich aber seine Meinung miszverstanden, so hoffe ich, dasz das Angeführte ihn veranlassen werde, seine Theorie zum Besten der Wissenschaft deutlicher zu entwickeln.

#### E. ERDMAGNETISMUS

Durch die tägliche Wanderung des Sonnenlichtes um die Erde wird auch eine von Osten nach Westen gehende Erwärmung, Verdampfung und chemische Wirkung hervorgebracht. Hierdurch musz auch täglich ein Kreislauf von Störung und Wiederherstellung des elektrischen Gleichgewichts entstehen, und die Wirkung davon dieselbe seyn, wie von einer um die Erde gelegten galvanischen Kette. Zwar wird diese elektrische Wirkung in jedem Punkte nur schwach seyn, aber die grosze Ausdehnung der wirkenden Fläche wird dieses reichlich ersetzen. Die Länge dieses elektrischen Kreises oder Gürtels ist die des Umkreises der Erde. Die Breite erstreckt sich ohngefähr so weit wie die Abwechselung von Tag und Nacht während einer Umdrehung der Erde. Die Breite dieses Gürtels ist daher täglich verschieden; indem die Grösze der Kreise um die Erdpole, worin der Tag oder die Nacht mehrere Umdrehungen hindurch herrschend ist, unaufhörlich sich verändert: unter  $66^{\circ} 32'$  Entfernung von dem Aequator hat man nämlich jährlich einmal 24 Stunden, wo der Tag, und andere 24 Stunden, wo die Nacht nicht aufhört: schon unter  $67^{\circ} 18'$  hat man einen ganzen Monat, wo der Tag, und einen, wo die Nacht ununterbrochen anhält u. s. w. Die mittlere Breite des Gürtels wird wohl kaum weiter als zum Polarkreise sich erstrecken, da



die gewaltsamen Abwechselungen, welche den regelmässigen Gang der Witterung, folglich auch den regelmässigen Erfolg von der Sonnenwirkung stören, schon weit über den Polarkreis hinaus einen groszen Einfluss ausüben. *Ampère* nimmt auch eine elektromagnetische Wirkung um die Erde herum von Ost nach Westen an, glaubt aber, dasz dieser vorzüglich dem Bau der Erde angehöre, obgleich die Umdrehung der Erde nicht ohne Wirkung darauf sey; auch nimmt er keinen andern Magnetismus der Erde an, als die unmittelbare Wirkung des Elektromagnetismus. In diesem letzten Punkte musz ich auch von dem sinnreichen französischen Forscher abweichen, nicht um die Erscheinungen leichter zu erklären, sondern weil die Natur der Sache es zu fordern scheint.

Ein magnetisirter<sup>1</sup> Körper, welcher mit einem elektrischen Kreisläufe umgeben wird, erhält dadurch eine magnetische Ladung. Alle Körper aber sind bis auf einen gewissen Grad, obgleich meistens sehr wenig in Verhältnisz gegen das Eisen, des Magnetismus fähig; es ist also eine nothwendige Folge des elektrischen Kreislaufs um die Erde, dasz diese magnetisch wird.

Fig. 16. stelle einen Durchschnitt der Erde, durch die Erdaxe geführt, vor. Wir wollen voraussetzen, dasz das  $+E$  in dem elektrischen Gürtel von Osten gegen Westen, also das  $-E$  von Westen gegen Osten geht, so geht das  $-\epsilon$  auf der Oberfläche der Erde gegen Norden und das  $+\epsilon$  gegen Süden: auf der untern Seite dieses Gürtels aber musz die umgekehrte Richtung erfolgen. Die unter dem elektrischen Gürtel als abgegrenzt vorgestellte Kugel  $SZNZ$  wird also magnetisch werden, und bei  $N$  die Magnetkraft erhalten, welche wir in der nach Süden gekehrten Hälfte der Magnetnadel antreffen, und bei  $S$  also die, welche in der nach Norden gekehrten Hälfte vorherrscht. Die Magnetnadel erhält so ihre Richtung durch den Magnetismus der Erde und den Elektromagnetismus der Oberfläche. Hätte der Magnetkern seinen Magnetismus von dem Elektromagnetismus der Oberfläche, so würde sein Nordpol dieselbe Spitze der Magnetnadel abstossen, welche von der Nordseite des elektromagnetischen Gürtels angezogen wird; da aber die untere Fläche den entgegengesetzten Magnetismus hervorbringt, so erhalten Oberfläche und Magnetkern übereinstimmende Wirkung auf die Nadel.

Die Grösze der Thätigkeit kann in dem elektromagnetischen Gürtel der Erde nicht gleichförmig seyn; indem die Wirkung der

<sup>1</sup> [o: magnetisirbarer]

Sonne auf Land und Meer, und selbst auf Hochland und Niederungen nicht gleich ist. Auch die Leitungsfähigkeit der verschiedenen Theile des Erdballes, besonders des Landes und des Meeres, mögen von groszem Einflusse seyn. Die Lage der Magnetpole ist daher keinesweges bestimmt aus den schon gegebenen Thatsachen zu berechnen.

Wir müssen wünschen, dasz *Hansteen*, der schon mit so groszer Gründlichkeit unsere früheren Kenntnisse des Magnetismus für die Kunde des Erdmagnetismus benutzt hat, die Wissenschaft auch mit einer Untersuchung dieses Gegenstandes bereichern möchte. Hier mögen blos einige Gedanken zur näheren Prüfung dargelegt werden.

Die Art wie der Magnetismus in der Kugel *SZNZ* hervorgebracht wird, musz bewirken, dasz die gröszte magnetische Spannung sich in einem Kreise um die Erdpunkte *S* und *N* der Axe *SN* ansammelt. Wir haben bisher vorausgesetzt, dasz die Gränzen des elektromagnetischen Gürtels überall eine gleiche Entfernung von den Erdpolen hätten; dieses ist aber nicht wahrscheinlich. Im Gegentheil darf man vermuthen, dasz die elektromotorische Wirkung der Sonne an den Orten nur schwach seyn musz, die den grössten Theil des Jahres mit Eis und Schnee bedeckt sind. Es ist also wahrscheinlich, dasz die Gränzen des elektromagnetischen Gürtels ohngefähr mit der isothermischen Linie, wo die Temperatur  $0^{\circ}$  ist, ohngefähr parallel laufen wird. Hierdurch wird auch die Form der magnetischen Spannungsgränze an den Polen der Kugel *SZNZ* bestimmt. Die Punkte aber in dieser Gränze, welche uns am nächsten liegen, werden auf unsere Magnetnadel am stärksten wirken, und so als Magnetpole erscheinen. Es ist nicht zu läugnen, dasz wir in diesen Schlüssen nicht überall auf sichern Grundsätzen bauen konnten; als merkwürdige Bestätigung aber lässt sich doch anführen, dasz die zwei Magnetpole, welche *Hansteen* in der nördlichen Halbkugel angiebt, unter dieselben Meridiane fallen, wo der um die Naturwissenschaft so hochverdiente *Humboldt* die gröszte Concavität, das ist, die gröszte Polarentfernung seiner isothermischen Linie für  $0^{\circ}$  setzt. Auch erinnere ich mich von *Hansteen* vor mehreren Jahren die Bemerkung gehört zu haben, dasz die Gegenden der Magnetpole durch eine sehr grosze Kälte ausgezeichnet seyen. Es ist hier immer die Rede von den magnetischen Nordpolen; in Bezug auf die isothermischen Linien der südlichen Halbkugel haben wir leider noch zu wenige Bestimmungen.



Die jährlichen und täglichen Veränderungen der Magnetnadel stehen mit dem Verhältnisse der Erde zur Sonne offenbar in dem innigsten Zusammenhange; aber sie scheinen nicht auf einer Veränderung in der Magnetisirung des Innern der Erde durch den Elektromagnetismus, welchen die Sonne hervorruft, zu beruhen, indem sie nicht zu gleicher Zeit an verschiedenen Oertern der Erde ihre Richtung so verändern, wie es dieser Voraussetzung gemäsz geschehen sollte. Dahingegen möchte man geneigt seyn anzunehmen, dasz der elektromagnetische Zustand der Erdoberfläche diese Veränderungen bestimme. Da wir über diesen Gegenstand weder eine hinreichende Zahl von Erfahrungen haben, um daraus Grundsätze abzuziehen, noch über den Elektromagnetismus der Erde hinreichende Grundsätze, um diese mit den vollständigen Beobachtungsreihen, die wir von einigen Oertern haben, zu vergleichen, so müssen wir uns damit bis weiter begnügen, im Allgemeinen auf die anerkannte Uebereinstimmung der täglichen und jährlichen Veränderungen der Magnetnadel mit den Tages- und Jahreszeiten hinzuweisen. Ich habe über die Ursache der Variation der Magnetnadel verschiedene Vermuthungen entworfen und geprüft, ohne mir selbst Genüge leisten zu können. Die verschiedene Richtung, welche der elektromagnetische Gürtel durch die Vereinigung der jährlichen mit der täglichen Bewegung der Sonne erhält, die tägliche und jährliche Veränderung der Figur des elektromagnetischen Gürtels, die mögliche Entladung des Elektromagnetismus, wenn das Maximum der Wirkung erreicht worden, die Ungleichheiten, welche durch die verschiedene Wirkung der Sonne auf das Land und auf das Meer entstehen müssen, sind Voraussetzungen, die mir noch immer keine vollständige Uebereinstimmung mit den Erscheinungen, die auf verschiedenen Punkten der Erde beobachtet sind, gegeben haben.

Die häufigen unerwarteten Störungen der Magnetnadel scheinen auf elektrischen Entladungen zu beruhen. Zu solchen Entladungen rechne ich insonderheit die Nordlichter, die ich übrigens mit dem scharfsinnigen *Biot* gern als in gewissen Wolken vorgehend glaube. Die Gewitter haben, wie bekannt, auch einen Einflusz auf die Magnetnadel, welcher uns jetzt nicht mehr befremden kann, da wir in einer jeden elektrischen Entladung den Elektromagnetismus antreffen. Wahrscheinlich gehen in der Luft, vielleicht auch in der Erde viele Entladungen unbemerkt vor. Unter andern

scheinen die Unordnungen der Magnetnadel, welche in heißen Sommertagen so oft die Landmesser in Verlegenheit setzen, von solchen unmerklichen Entladungen in der Luft herzurühren.

Es scheint mir daher Zeit zu seyn, die Magnetnadel zu meteorologischem Gebrauch anzuwenden. Hierzu möchten sehr schwache Magnetnadeln einen bedeutenden Vorzug haben; da die Richtungskraft der Erde auf sie nur eine schwache Wirkung ausübt, die nahe elektrische Entladung aber dennoch eine starke. Dieses habe ich durch meine eigenen Versuche erfahren, auch stimmt es sehr wohl mit *Cassini's* Beobachtungen überein, wonach eine sehr schwache Magnetnadel vergleichungsweise gegen eine starke sehr viele Unregelmäßigkeiten zeigte. Besonders aber würde ich zu meteorologischen Untersuchungen vorschlagen, starke Magnetnadeln so aufzuhängen, dass die Richtungskraft des Erdmagnetismus nur geringen oder gar keinen Einfluss darauf haben könnte. Um aber die Richtungen der Entladungen kennen zu lernen, hat man Magnete von verschiedener Aufhängungsart nöthig. Die Aufhängungsart, welche Fig. 3. abgebildet ist, gehört zu den wichtigsten in dieser Rücksicht, indem der Erdmagnetismus gar keinen Einfluss auf die Stellung der Nadel hat: wo hingegen die Torsion des Draths, woran sie aufgehängt ist, ihr eine Tendenz zu einer bestimmten Richtung giebt. Eine andere Magnetnadel, auf dieselbe Weise aufgehängt, nur in horizontaler Stellung, würde auch von bedeutendem Nutzen seyn. Durch ähnliche Mittel könnten vielleicht die Markscheider auch entdecken, ob keine in den Gruben vorgehenden galvanischen Wirkungen auf ihre Magnetnadel einen störenden Einfluss ausüben.

In einer künftigen Abhandlung werde ich meine Versuche mittheilen, den von mir vorausgesetzten Kreislauf der elektrischen Kräfte in der Entladung mit unseren übrigen Kenntnissen von den elektrischen Kräften in Verbindung zu setzen, und ebenfalls werde ich zu zeigen suchen, wie diese Wirkung mit der Hervorbringung von Licht und Wärme in Verbindung stehe.

---



## CORRESPONDENZ

SCHREIBEN DES HERRN PROFESSOR OERSTED AN DIE REDACTION  
VOM 9. SEPT. 1821

(JOURNAL FÜR CHEMIE UND PHYSIK. HERAUSGEGEBEN VON DR. SCHWEIGER U. DR. MEINECKE,  
BD. 33. P. 123–131. NUERNBERG 1821)

In einer Abhandlung über den Electromagnetismus B. 2. H. 2.<sup>1</sup> hat sich ein Druckfehler eingeschlichen, der zwar an sich unbedeutend ist, der aber vielleicht doch den Leser stören könnte; es steht nämlich statt:  $+E$  und  $-E$  überall  $+F$  und  $-F$ . Da ich die Absicht habe in meinen künftigen Mittheilungen immer die beiden elektrischen Thätigkeiten mit dem gewöhnlichen  $+E$  und  $-E$  zu bezeichnen, dahingegen den entsprechenden griechischen Buchstaben  $\varepsilon$  zur Bezeichnung des Electromagnetismus zu gebrauchen, wie letzteres auch richtig in dem Druck geschehen ist, so wünsche ich jenen Druckfehler angezeigt. In der Kupfertafel ist in Fig. 5. auch ein Irrthum eingelaufen, indem  $RST$  versetzt worden ist. Der Schenkel  $SR$  des Winkels sollte in der Verlängerung des horizontalen Draths, dessen Endpunkt  $D$  ist, liegen.

In einem in *Gilberts Annalen* abgedruckten Brief von Hrn. *Poggendorff* machte dieser, durch den trefflichen *Erman* so vortheilhaft angekündigte junge Physiker die Bemerkung, dass er die von mir angegebene Regel für die elektromagnetischen Wirkungen im Allgemeinen mit den Thatsachen in Uebereinstimmung findet, nur scheint ihm die totale Abweichung der Magnetnadel von  $180^\circ$  damit nicht vereinbar. Ich musz dabei bemerken, dass ich von Anfang an schon die Gänge der Spiralen, wovon hier die Rede ist, auszerordentlich nahe bei einander angenommen habe. In der lateinischen Anzeige meiner Entdeckung sage ich ausdrücklich, dass man aus den Thatsachen schlieszen könne, dass der Electromagnetismus einen Kreislauf bilde (*hunc conflictum gyros peragere*). Darauf sage ich, dass es mir nothwendig scheine, dass ein Kreislauf, mit der progressiven Bewegung dem Leiter entlang verbunden, Spiralen bilden müsse; ich füge aber hinzu, dass dieses, meiner Meinung nach, nichts zur Erklärung der beobachteten Erscheinungen beitrage (*quod tamen, nisi fallor, ad phaenomena hucusque observata explicanda nihil confert*). Meine Meinung ist demnach, dass die Gänge der Spirale so wenig von dem Kreislauf

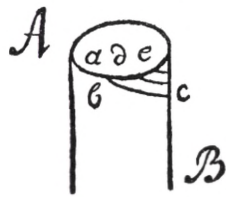
<sup>1</sup> [Diese Ausgabe Bd. 2. P. 226.]

abweichen, dasz die Beobachtung über den Unterschied derselben nicht entscheiden könne. Ich bin aber weit entfernt dieses Misverständnis dem Herrn *Poggendorff* zum Vorwurf zu machen, dasz ich es vielmehr der Kürze meiner Anzeige zuschreibe<sup>1</sup>. Gegen die Annahme einer spiralen Bewegung der elektromagnetischen Wirkung haben Viele eine grosse Abneigung gezeigt, weil sie diese Annahme für eine willkürliche Erdichtung ansahen. Nach den hier und in meiner letzten Abhandlung gegebenen Erklärungen hoffe ich, dasz meine Annahme günstiger beurtheilt werden wird. Den elektromagnetischen Kreislauf um den Leiter, oder besser um die Achse des Leiters, wird kaum jemand mehr läugnen wollen, besonders nach dem, was der einsichtsvolle und tiefdenkenden Experimentator *Seebeck* über diesen Gegenstand gesagt hat, womit meine Untersuchungen von einer andern Seite sich auf das vollkommenste begegnen. Zwar weisz ich nicht ganz gewisz, ob *Seebeck* die elektromagnetische Umkreisung des Leiters als einen Kreislauf betrachtet, ich vermuthete es aber, und glaube, dasz es überhaupt nicht möglich ist, dasz Kräfte, welche sich einander immer aufzuheben trachten, in allen Punkten eines Kreises gleichmäszig vertheilt seyn können, ohne sich wechselseitig aufzuheben; nur wenn eine unaufhörliche Trennung vorgeht, können die neben einander bestehenden, sich immer aufzuheben strebenden Kräfte eine dauernde Thätigkeit hervorbringen. Die Kreisbewegung der

<sup>1</sup> Da Herr *Poggendorff* mit *Schweiggers* elektromagnetischem Multiplicator (oder Condensator, wie er ihn nennt) eine schöne Reihe von Versuchen gemacht hat: so wäre zu wünschen gewesen, dasz es dem Herrn Professor *Oersted* gefallen hätte das was über diese verstärkenden Apparate B. 1. H. 1. gesagt ist, seiner Beachtung werth zu halten. Der eine dieser verstärkenden Apparate B. 1. S. 13 ist allerdings mit der Theorie von Wirbeln (gleich viel ob kreis- oder spiralförmig) vereinbar, aber die nothwendige Folgerung, dasz bei einer zweckmäszigen Abänderung desselben (B. 1. S. 15. u. 16. u. B. 2. S. 46. u. 50.) continuirliche Bewegung der Nadel entstehen muszte, trifft nicht zu, wie schon a. a. O. erwähnt. Noch weit weniger aber könnte diese Wirbeltheorie auf Construction von Multiplicatoren durch dicht (in gleichem Sinne) übereinander geschlungene Drähte führen; weil die um dicht übereinander geschlungene Drähte laufenden Wirbel sich nothwendig stören und hemmen müszten; nimmermehr aber könnte daraus eine Verstärkung der Kraft und eine gröszere Ausdehnung und Lebhaftigkeit der Wirbel naturgemäsz abgeleitet werden. Wenigstens konnte niemand, welcher diese Wirbeltheorie annimmt, consequenter Weise zur Construction solcher Multiplicatoren gelangen, während, wenn wir den Draht blos mit einer magnetischen Sphäre umgeben betrachten, die Construction und Erklärung derselben wie sie (B. 1. Taf. 1. Fig. 3. 10. u. 11.) erläutert ist (dargestellt in der Durchschnitszeichnung) sich von selbst darbietet. Jede Theorie ist freilich nur ein Bild; und für die ersten von *Oersted* entdeckten Hauptthatsachen war gewisz das Bild von Wirbeln vortrefflich gewählt; jedoch blos ein anderes Bild konnte zur Construction von *Schweiggers* Multiplicatoren führen. Noch ganz andere und neue Bilder und Gleichnisse (Ansichten und Theorien) werden sich bei weiterer Verfolgung dieser wichtigen Entdeckung *Oersted's* darbieten.



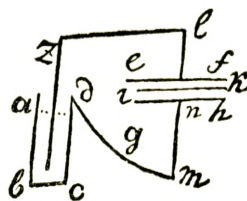
magnetischen Kräfte im Leiter halte ich daher für ausgemacht. Ob nun diese Kreisbewegung in eine spirale Bewegung übergehen soll, ist eine Frage, deren Beantwortung die Entscheidung einer andern fordert. Man kann nämlich entweder die Verbreitung der Elektrizität, wie bisher, als ein Fortschreiten betrachten, oder man kann sie, gegen unsere bisherige Vorstellung von der Sache, als eine Pulsation betrachten, so wie diese in der Schallbewegung Statt findet, und wie *Euler*, dem wieder einige der Neuesten zu folgen scheinen, die Lichtverbreitung annahm. Ist die Verbreitung der Elektrizität ein Fortschreiten, so kann man die Kreisbewegung nicht als durch die Thatsachen erwiesen ansehen, ohne sie in eine Spiralbewegung übergehen zu lassen. Es stelle *AB* ein Stück von



dem Verbindungsdraht vor. Es sey die Elektrizität in dem Punkte *a* im Begriff zum Punkte *b* fortzuschreiten; sie wird aber von der Kreisbewegung in der Zeit, wo sie zu *b* gelangen sollte, gegen *c* hingeführt. Eben so geht es mit den Punkten *d*, *e* und überhaupt mit allen Punkten in dem Umkreise der Leiter. Die Elektrizität aber musz in ihrer magnetischen Wirkungsform sich durch eine wichtige Eigenheit unterscheiden. Diese ergiebt sich hier von selbst. Die elektromagnetische Wirkung findet nur unter Umständen Statt, wo eine gewaltige Anhäufung der Elektrizität vorgeht; sie kann unter diesen Umständen nicht schnell genug vorwärts kommen, um die empfangene Quantität von Elektrizität in eben dem Verhältnisse abzugeben, wie sie empfangen wird: ein Theil der Elektrizität wird also seitwärts einen Ausweg suchen. Dasz dieses mit einer Schnelligkeit geschehen musz, welche die der Fortpflanzung, worin die angehäuften Elektrizität immer der folgenden Widerstand macht, weit übertrifft, ist offenbar, weil diese transversale Bewegung nur Folge einer sehr erhöhten Impulsion ist, die Wirkung auch nicht, ohne eine ganz auszerordentliche Schnelligkeit alle Isolatoren durchdringen wird. Ist nun die Schnelligkeit dieser transversalen Wirkung vielleicht millionenmal grösser als die der Fortschreitung, so werden auch die Spiralen sich sehr einer Reihe von Kreisen um dieselbe Achse gelegt nähern. Will man aber die zweite neue oder erneuerte Meinung annehmen, dasz die Verbreitung der Elektrizität bloß als Pulsationen zu betrachten sei, so wird man doch die entgegengesetzten Tendenzen der beiden Kräfte in bestimmten Richtungen

annehmen; man entgeht also zwar den verhaszten Spiralen, aber das wundersamste und unerklärbarste, die bestimmten Richtungen rechts und links bleiben immer stehen, und wird vielleicht immer der Anstoszstein derer bleiben, welche die elektromagnetischen Wirkungen aus den jetzt schon bekannten Naturgesetzen erklären wollen. Uebrigens ist es offenbar, dasz die zweite Vorstellungsart mehr von der bisherigen abweicht als die erste. Eine dritte ist zwar auch, dasz die magnetischen und elektrischen Kräfte nicht bloß in ihrer Wirkungsform verschieden seyn sollten, sondern als ganz verschiedene Kräfte betrachtet werden müßten. Die Elektrizität sollte also den Magnetismus so zu sagen frei machen. Wie dieses aber zugehen sollte, ist nicht weniger unbegreiflich als die Thatsache selbst; und ich zweifle, dasz man zu Gunsten dieser Meinung Anderes wird anführen können als die Analogie mit andern ganz unverbürgten Hypothesen.

Zu Gunsten der Fortschreitung in der Wirkung der Elektrizität könnte die Fortpflanzung der Stoffe in der galvanischen Kette angeführt werden. Dasz die Säure, welche zum positiven Pol, oder das Alkali, welches zum negativen Pol sich hin bewegt, von elektrischen Kräften getrieben wird, bezweifelt man wohl kaum. Eine solche in der galvanischen Zersetzung begriffene Flüssigkeit wirkt aber auf die Magnethadel, wie ich schon in meiner lateinischen Anzeige berichtet habe. Wir haben also hier eine progressive Bewegung elektrischer Zustände mit einem elektromagnetischen Kreislauf vergesellschaftet. Ich gebe übrigens dieses noch nicht für einen entscheidenden Beweis, sondern nur als einen starken Wahrscheinlichkeitsgrund. *Pfaff* hat neuerlich in *Gilberts Annalen* versichert, dasz eine Unterbrechung der galvanischen Kette, auch durch die dünnste Lage von Schwefelsäure die elektromagnetische Wirkung aufhebe. Die Beobachtung ist gewisz binnen gewissen Grenzen richtig, aber steht mit meinem erwähnten Versuche, welcher mit einer kräftigen Säule geschahe, in keinem Widerspruch. Es ist mir inszwischen geglückt auch mit einer unterbrechenden Flüssigkeit elektromagnetische Wirkung von der einfachen Kette zu bekommen. *abcd* sey ein Kupferkasten, *z* eine Zinkplatte, *ef* und *gh* seyen Messingplatten von ohngefähr 6 Zoll Durchmesser, *ik* sey ein Stück Filtrirpapier, mit Kalilauge, verdünnter Schwefelsäure oder einer

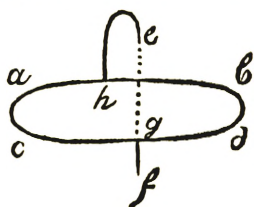




ähnlichen Flüssigkeit durchdrungen. Die Leiter  $zl$  und  $d m n$  wirken auf die Magnetnadel. Soll  $zlef$  hier das Hauptstück seyn, oder soll man die Hauptquelle der Thätigkeit in den durch eine Flüssigkeit getrennten Zink und Kupfer setzen? Hier kommt abermals die Frage über die Grundlage der Theorie des Galvanismus vor.

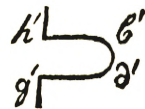
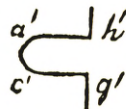
Der elektromagnetische Kreislauf in Flüssigkeiten, welche sich galvanisch zersetzen, scheint mir auch dadurch sehr merkwürdig, dasz er auf den Gedanken führt, dasz Brennbares und Feuer-nährendes, Alkali und Säure, Bestrebungen zu entgegengesetzten Bewegungen haben. Wie weite Aussichten liegen nicht in diesem Gedanken. Ich habe beinahe einige Scheu diesen Gedanken zu äuszern, indem Manche mich unverhört verurtheilen werden. Man wird meine Ansicht als unphilosophisch verdammen, weil man nicht sieht, wie sie mit unserm Systeme der Erkenntnis zusammenpaszt. Uebrigens habe ich über diesen Zusammenhang mehr nachgedacht als die, welche am schnellsten das Verdammungsurtheil über mich aussprechen werden; und ich hoffe einmal dieses zu beweisen. Bis weiter ist es nur noch um Untersuchung zu thun.

Herr *v. Yelin* erzählt einen merkwürdigen Versuch (in *Gilberts Annalen*), wonach ein in sich selbst zurücklaufender Leiter sich gegen den Magneten als indifferentes Eisen verhalte, so dasz seine



Enden von beiden Polen des Magneten gleichmäszig angezogen werden. Ich habe diesen Versuch zu wiederholen gesucht.  $abcd$  ist ein elliptischer Ring von Messingdraht, 15 Zoll längster Achse,  $e$  und  $f$  sind zwei Stahlspitzen, welche in Hüthen von Eisen, mit Quecksilber

gefüllt, ruhen. Das Ganze dreht sich um die Linie  $ef$ . Wenn diese Vorrichtung einen Theil des galvanischen Kreises ausmacht, ist er gegen den Magneten äuszerst folgsam, aber durchaus nach den bekannten Gesetzen. Der Theil  $hacg$  verhält sich wie ein krummer Leiter  $h'a'c'g'$  und  $hbdg$  wie ein Leiter von der Form  $h'b'd'g'$ . Es ist also in diesem allen nichts neues. Man darf wohl aber hoffen, dasz Hr. *von Yelin*, wenn er sich nicht getäuscht hat, uns die Bedingungen des Versuchs näher angeben wird. An meinen Versuchen hierüber nahm



Theil der Herr Adjunct *Hill* von Lund, von dem die Wissenschaft viel zu erwarten hat.

Zum Schlusz noch eine Bemerkung über meine Spirale. Man nehme meinen elektromagnetischen Anzeiger zur Hand, und betrachte den Weg des  $+\varepsilon$  u.  $-\varepsilon$ . Man wird finden, dasz in jedem Punkte das  $+\varepsilon$ , gedacht als sich gegen den negativen Leiter hinbewegend, immer zur linken Seite des Punktes fortgeht. Auf dieselbe Weise geht das  $-\varepsilon$ , als gegen den negativen<sup>1</sup> Leiter sich hinbewegend gedacht, zur linken. Man kann also die ganze Thätigkeit in der Spirale so denken als ein unaufhörliches Bestreben der Wirkung sich um die Achse des Leiters links und vorwärts zu bewegen. Sollte man nicht in dem Gebilde eines jeden Körpers sich eine Eigenheit aller Theilchen vorstellen müssen, wonach in der anorganischen wie in der organischen Natur ein Rechts und Links unterschieden wäre?<sup>2</sup>

## VERSUCH UEBER ZAMBONI'S ZWEIGLIEDRIGE GALVANISCHE KETTE VON H. C. OERSTED

(AUS EINEM SCHREIBEN VOM 12. OCT. 1821)

(JOURNAL FÜR CHEMIE UND PHYSIK. HERAUSGEGEBEN VON DR. SCHWEIGGER UND DR. MEINECKE.  
BD. 33. P. 163—65. NUERNBERG 1821)<sup>3</sup>

Ich habe neuerlich eine Reihe von Versuchen über *Zambonis* zweigliedrige galvanische Kette angestellt. Ohnerachtet meine Versuche noch nicht in allen Richtungen so entwickelt sind, wie

<sup>1</sup> [o: positiven.]

<sup>2</sup> Auf das Rechts u. Links in den Bildungen der anorganischen Natur hat vorzüglich und auf eine besonders interessante Art *Weisz* aufmerksam gemacht in seiner Abhandlung über die Zwillingskrystallisation des Feldspathes (vergl. B. X. S. 229—234) und allerdings sind in den Erscheinungen des Elektromagnetismus ähnliche sich darbietende Ansichten gerade die merkwürdigsten, auf deren weitere Aufklärung es recht eigentlich anzukommen scheint. Wenn aber *Oersted* Windungen oder Wirbel der Elektrizität von dem Gebilde der Leiter, durch welche sie geht, abzuleiten sucht, überhaupt (B. 2. S. 203) [Diese Ausgabe Bd. 2. P. 225.] in dem mit Widerstand verknüpften Zusammentreffen der entgegengesetzten elektrischen Kräfte die Veranlassung zu den von ihm wahrgenommenen elektromagnetischen Erscheinungen zu finden glaubt: so wird wohl Niemand den Scharfsinn dieser Ansicht verkennen; aber sie scheint nicht mehr zulässig, seitdem durch *Schweiggers* Versuche dargethan ist, dasz schon der freie elektrische Funke, selbst wenn er in Torricellische Leere überschlägt, mit einer magnetischen Atmosphäre umgeben ist.

Die Redaction.

<sup>3</sup> [Dasselbe Thema wird behandelt in: Det kongelige danske Videnskabernes Selskabs Oversigter. 1821—22. P. 5—6. Kiøbenhavn. — Sämtliche Aufsätze aus »Videnskabernes Selskabs Oversigter« finden sich zu Ende dieses Bandes.]



ich mir vorgesetzt habe, mögen doch die schon erhaltenen Resultate einiges Interesse gewähren, und auch als Beispiele der Anwendung des Elektromagnetismus zu andern Untersuchungen dienen. Der Hauptversuch, den ich angestellt habe, ist folgender:

Zwei Zinkbleche von ungleicher Ausdehnung, das eine nämlich schmal, das andere breit, werden in eine verdünnte Säure eingesenkt, und jedes mit einem Ende des Draths in dem *Schweigger*-schen galvanomagnetischen Condensator verbunden. Die Magnetnadel des Condensators wird sogleich Wirkung anzeigen. Besteht die Säure aus der gewöhnlichen Mischung von  $\frac{1}{60}$  Schwefelsäure,  $\frac{1}{60}$  Salpetersäure und 1 Theil Wasser, so wird die Wirkung ohngefähr so grosz seyn, wie die von Zink, Wasser, Kupfer (2 □ Zoll Fläche) und der breite Theil sich wie das Kupfer, der schmale wie das Zink verhalten. Mit andern Worten: die Richtung des + *E* in dem Leitungsdrath geht von dem breiten Theil zum schmalen.

Wenn man zwei gleiche Zinkbleche nimmt, das eine aber früher in die Flüssigkeit hineintaucht als das andere, so verhält das zuletzt eingetauchte sich wie Kupfer, wenn das andere als Zink betrachtet wird.

Wenn ein Zinkstreif durch das Abschneiden mit der Scheere einige Windung bekommen hat, so giebt dieses zu Abweichungen Anlasz. Ich habe aber oft das gewöhnliche Verhältnisz wieder hergestellt, wenn ich den Blechstreif bloß mit den Fingern zu rechte drehte. Es scheint, dasz man bei gleichen Blechen das Verhältnisz bloß durch die Drehung zur Rechten oder Linken bestimmen kann, aber dennoch habe ich hierüber nicht Versuche genug.

Wenn die Flüssigkeit bedeutend viel mehr Säure erhält und besonders wenn sie erhitzt wird, erhält man umgekehrte Wirkungen; von der breiten Platte die Wirkung des Zinks und von dem schmalen Streifen die des Kupfers.

Eine zusammengesetzte Kette aus 24 Platten von 10 □ Zoll mit den zugehörigen schmalen Verlängerungen, so gebogen, dasz die Platte in einem Gefäß, die schmale Fortsetzung in einem andern seyn könne, wurde nach Art des Becherapparats gebildet. Die Säure war dieselbe wie in den andern Versuchen. Die Wirkung war hier nicht gröszer, ja kaum so grosz als in den Versuchen mit zwei Zinkblechen.

Eine blanke Zinkoberfläche einer matten entgegengesetzt gab keinen entscheidenden Erfolg.

Es kommen bei diesen Versuchen noch manche Anomalien vor,

welche ich fortgesetzt untersuchen werde. Die Empfindlichkeit des galvanomagnetischen Condensators ist ausnehmend grosz. Ich wünsche, dasz viele Physiker von demselben für die Untersuchung galvanischer Verhältnisse Gebrauch machen wollten. Nach *Erman* hat *Poggendorff* dieses schon in vielen Fällen gethan. Ich wünsche, dasz er seine Versuche bekannt machte.<sup>1</sup>

## ET MIDDEL TIL AT BEFORDRE UDVIKLINGEN AF DAMPE

(TIDSSKRIFT FOR NATURVIDENSKABERNE. UDGIVET AF H. C. ØRSTED, J. W. HORNEMANN OG J. REINHARDT.  
BD. I. P. 299—300. KJØBENHAVN 1822)<sup>2</sup>

I *Gehlens Journal für Chemie und Physik* B. 1. (Berlin 1806) S. 277—289<sup>3</sup> bekendtgjorde jeg nogle Forsøg, der viste, at Luftudviklinger, som i Følge de chemiske Bestanddele skulde foregaae i en Vædske, ikke finde Sted, uden at de begunstiges af Berøringen med et fast Legem. Det samme lader sig naturligviis ogsaa anvende paa Dampudviklinger. Hænger man en Metaltraad midt i en kogende Vædske, saa vil man finde at denne besætter sig med Dampbobler ligesom Bunden af Karret, hvori Kogningen skeer. Heraf følger, at en stor Mængde af tynd Metaltraad, som i behørige Bøjninger udbredes i en Vandmasse, vil befordre Hurtigheden af Dampudviklingen deri. Denne Tanke har jeg prøvet, ved at lægge omtrent 10 Pund Messingtraad af  $\frac{1}{5}$  Lin. Tykkelse i en Destilleerkjedel, der omtrent tager 20 Potter Vand. Udfaldet var, at der ved lige Ild beholdtes 7 Potter destilleret Vand i samme Tid, som man uden denne Metaltraad ikkun plejede at erholde 4 Potter overdestilleret. Samme Middel anvendtes derpaa ved en Dampkjedel, der brugtes til *Siemens's* Forsøg i Kartoffelbrændevinens Forfærdigelse. Her var ikke Lejlighed til saa bestemt Sammenligning; men Virkningen var aabenbar. I England har man nyligen udtænkt en Fremgangsmaade, der beroer paa samme Grundsætning. Naar nemlig en Dampkjedel er stærkt opfyldt med Steen, skeer Kogningen ikke mere deri med den behørige Hurtighed. Man erholder derimod atter en rask Dampudvikling, naar man i Kjedelen kaster noget af det Støv, der falder af ved Maltets Rensning, og som meest bestaaer af de afstødte Spirer. Her befordre da en stor Mængde smaae faste Dele Dampudviklingen.

Ørsted.

<sup>1</sup> Dies ist geschehen in *Okens Isis*. H. 9. d. Red.

<sup>2</sup> [Findes ogsaa i: *Schweiggers Journal für Chemie und Physik*. Bd. 38. P. 511—12. Nürnberg 1823. — *Trommsdorffs Neues Journal der Pharmacie*. Bd. 7. St. 1. P. 161—62. Leipzig 1823.]

<sup>3</sup> [Denne Udgave Bd. 1. P. 278.]



# DAS OERSTED'SCHE EXPERIMENT, DIE COMPRESSION DES WASSERS ZU ZEIGEN<sup>1</sup>

(AUS DEM JAHRESBERICHT DER KOENIGL. GESELLSCHAFT DER WISSENSCHAFTEN  
IN COPENHAGEN)

(JOURNAL FÜR CHEMIE UND PHYSIK. HERAUSGEGEBEN VON DR. SCHWEIGGER UND DR. MEINECKE.  
BD. 36. P. 332—339. NUERNBERG 1822)<sup>2</sup>

Professor *Oersted* hatte vor einigen Jahren der Gesellschaft einige Versuche über die Zusammendrückung des Wassers vorgelegt, und bei der Gelegenheit gezeigt, dass man diese schon durch eine weit geringere Kraftanstrengung hervorbringen konnte, als man gewöhnlich glaubt, wenn man nur den bekannten Grundsatz in Anwendung bringt, dass der Druck, der auf einer kleinen Oberfläche einer eingeschlossenen Flüssigkeit angebracht wird, eben so wirkt, als ob eine eben so grosse Kraft auf einen jeden eben so grossen Theil der Oberfläche drücke. Er gebrauchte daher zur Zusammendrückung des Wassers einen weiten Messingcylinder, worauf ein engerer geschraubt wurde, in dem ein Stempel sich bewegen konnte. Er konnte daher mit geringer Kraft die Zusammendrückung des Wassers eben so deutlich machen, als *Abich* und *Zimmermann* durch viele hundert Pfunde. Um die Grösze der angewandten Kraft zu empfinden, bediente er sich einer Röhre voll Luft, die durch Quecksilber gesperrt war, allein durch dasselbe den nämlichen Druck erhielt, den das Wasser erlitt. Da wir nun wissen, dass die Zusammendrückung der Luft sich verhält wie die drückenden Kräfte, so war es leicht, aus derselben den angewandten Druck zu berechnen. Allein trotz der grossen Stärke, die man dem Messinggefäss, worin das Wasser zusammengedrückt wurde, gegeben hatte, war es doch möglich, dass dessen Wände nachgegeben hatten, so dass man nicht bloss die Zusammendrückung des Wassers gemessen hatte, sondern eine zusammengesetzte Wirkung

<sup>1</sup> Als Hr. Prof. *Oersted* bei seiner neulichen Anwesenheit zu Halle diesen Versuch in einer Gesellschaft Naturforscher zeigte, so waren wir recht angenehm überrascht durch die Sicherheit, und Einfachheit, womit hier eine schwierige Aufgabe auf eine Weise gelöst wurde, welche keinen Zweifel mehr verstattete. Es darf dies eben so instructive als elegante *Oersted'sche* Experiment künftig in chemischen und physikalischen Vorlesungen nicht fehlen. d. Red.

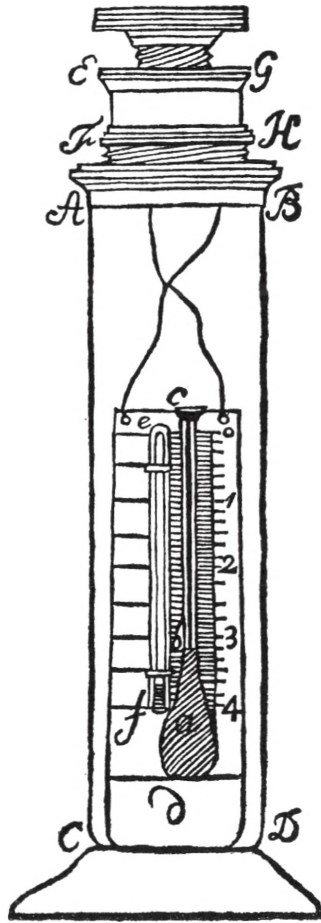
<sup>2</sup> [Die Abhandlung ist eine durch eine Figur ergänzte Uebersetzung aus: Det kgl. danske Videnskabernes Selskabs Oversigter. 1821—22. P. 6—11. Kiöbenhavn 1822 — Sämtliche Aufsätze aus den »Oversigter« finden sich zu Ende dieses Bandes. Dieselbe Uebersetzung nebst Figur findet sich in: *Thomsons Annals of Philosophy*. Vol. 5. P. 53—56. London 1823.]

derselben, verbunden mit der Ausdehnung des Gefäßes. Hiezu kam, dasz man in diesem so wenig, wie allen übrigen Versuchen, die von *Canton* ausgenommen, auf die Temperaturveränderung Rücksicht genommen hatte, welches doppelt nothwendig war, da es sich denken liesz, dasz die Zusammendrückung selbst von Wärmeentwicklung begleitet war. Die schönen, allein nur zu oft übersehenen *Cantonschen* Versuche wurden mit dem Drucke verdünnter oder verdichteter Luft angestellt. Allein da die Verdichtung oder Ausdehnung der Luft stets von einer bedeutenden Erhöhung oder Verminderung der Temperatur begleitet ist, so konnte man leicht die Furcht hegen, dasz dieser sonst so scharfsinnige Experimentator durch diesen Einflusz getäuscht worden wäre. Er gab nämlich die Zusammendrückung des Wassers bei einem der Atmosphäre gleichen Druck zwischen 44 und 49 Milliontheilen des Volumens des Wassers, welches nur  $\frac{1}{3}$  der Verdichtung ist, die eine Abkühlung von einem Grad (hunderttheilig) hervorbringen konnte. Dagegen behielten *Cantons* Versuche einen ausgemachten Vorzug vor den neuern, die sie gänzlich verdrängt haben, dadurch, dasz sie so angestellt waren, dasz das Gefäß, das die Flüssigkeit einschlieszt, nicht blosz von Innen, sondern auch von Auszen den nämlichen Druck erleidet, als die Flüssigkeit, so dasz der Druck weder die Gestalt, noch die Grösze des Gefäßes, bei *Canton* der Glasröhre, verändern konnte. In den neuesten Zeiten hat der scharfsinnige *Parkins*,<sup>1</sup> dem wir die Entdeckung der Syderographie verdanken, Versuche angestellt, die den letztern Vorzug mit denen von *Canton* gemein haben, indem er nämlich die Metallröhre, worin das Wasser zusammengedrückt werden sollte, in Wasser einschlosz, worauf der nämliche Druck wirkte. Seine scharfsinnig ausgedachten Versuche werden stets einen bedeutenden Werth behalten, da sie mit einer Kraft angestellt sind, die selten dem Experimentator zu Gebote steht, nämlich mit einem Druck, der ein Paar hundertmal gröszer war, als der der Atmosphäre; allein die Frage über die Wärmeentwicklung und den Einflusz der Wärme auf das Volumen des Wassers blieb noch unbeantwortet. Der Verfasser bemühte sich daher, ein Instrument zu erfinden, welches eine genaue Messung der zusammendrückenden Kräfte, sowie der Verdichtung des Wassers erlaubte, und wobei man zugleich das Verhältnisz der Wärme aufs genaueste bestimmen konnte. Das Wasser, welches zusammengedrückt werden soll, ist in einer Glasröhre (*a.*) einge-

<sup>1</sup> [o: Perkins.]



geschlossen, welche ungefähr 4 Loth Wasser hält. Diese Röhre ist unten geschlossen, allein endigt sich oben in eine sehr enge, 52 Linien lange und calibrirte Röhre (*b. c.*), so dasz sie wie eine Flasche mit einem in eine Haarröhre ausgezogenen Hals betrachtet werden



kann. Oben endigt sich die Röhre in einen kleinen 2 Linien breiten Trichter (*c.*) Die Flasche faszt 709,48 Gram Quecksilber, allein das Quecksilber, welches eine Länge von 24,6 Linien in der engern Röhre einnimmt, wiegt nur 96 Milligram, welches für die Länge einer Linie 55 Zehnmillionentheile, oder eigentlich genauer 0,000005501 ausmacht. Man erwärmt die Flasche ein wenig, indem man sie in die Hand nimmt, wo möglich kaum um  $\frac{1}{4}^{\circ}$  des hunderttheiligen Thermometers, und gieszt nun einen Tropfen Quecksilber in den Trichter. Durch die folgende Abkühlung wird es sich daher zum Theil in die Röhre hinabziehen und das Wasser sperren. Die Flasche wird nun in den starken Glascylinder (*A. B. C. D.*) gesetzt, der oben einen kleinen Stiefel (*E. F. G. H.*) mit einem Stempel versehen hat. Uebt man nun vermittelst des Stempels einen Druck auf das Wasser im Cylinder, so wird dieser auf das Quecksilber im Trichter wirken, und sich daher bis zum Wasser in der Röhre fortpflanzen. Sowie das Wasser zusammengedrückt wird, musz das Quecksilber in der Haarröhre sich senken, welches auch in

jedem Versuche geschieht. Um die Grösze der Zusammendrückung zu messen, befestigt der Verfasser die Flasche an einem Fusz (*d.*), der den Maaszstab trägt, welcher bis zu  $\frac{1}{4}$  Linie eingetheilt ist. Als Maasz der Grösze des Drucks dient eine oben geschlossene calibrirte Glasröhre (*e. f.*), die mit Luft gefüllt ist, und durch deren Zusammendrückung die Grösze der drückenden Kraft bestimmt wird; die Temperaturveränderungen sieht man leicht an dem engen Hals der Flasche, viel besser als auf irgend einem Thermometer; denn eine Erwärmung von  $1^{\circ}$  des hunderttheiligen Thermometers macht das Wasser um 27 Linien steigen, wenn dessen Wärme ungefähr

15° ist: bei einer bedeutend höhern oder niedern Temperatur wird es natürlich mehr oder minder steigen für jeden Zuwachs von einem Grade. Da die Eintheilung bis auf  $\frac{1}{4}$  Linie geht, und man Veränderungen bis zu  $\frac{1}{8}$  Linie mit dem Auge bestimmen kann, so kann eine Veränderung von  $\frac{1}{100}$  Grad der Aufmerksamkeit des Beobachters nicht entgehen, und selbst  $\frac{1}{200}^{\circ}$  ist nicht schwer zu entdecken. Es braucht übrigens wohl nicht angeführt zu werden, dass die Temperatur, wobei man zu experimentiren anfängt, mit dem Thermometer bestimmt werden muss. Sobald man den Druck, den man anwenden wollte, erreicht und aufgezeichnet hat, um wie viel das Quecksilber in der engen Röhre sich gesenkt, und um wie viel das Wasser in der mit Luft gefüllten Röhre gestiegen ist, hebt man gleich den Druck wieder auf. Man wird dann finden, dass das Wasser fast stets das Quecksilber etwas höher treibt, als es kurz vor Anfang des Experiments war; führt man den Versuch mit Schnelligkeit aus, und sind nicht mehrere Zuschauer zugegen, so beträgt der Unterschied zwischen dem ersten und zweiten Stande häufig nur  $\frac{1}{8}$  Linie, doch nicht selten auch  $\frac{1}{4}$  Linie. Im ersten Fall ist die Temperaturveränderung geringer als  $\frac{1}{200}$ , im letzten geringer als  $\frac{1}{100}^{\circ}$  gewesen. Bei einem langsamern Verfahren kann der Unterschied  $\frac{1}{2}$ , ja selbst eine ganze Linie betragen. In jedem Falle muss man die Mittelzahl aus den beiden Ständen nehmen. Durch eine lange Reihe von Versuchen, wovon die genauesten bei 15°—16° angestellt sind, hat die Wirkung eines Drucks gleich dem der Atmosphäre eine Verdichtung = 47 Milliontheile des Volumens des zusammengedrückten Wassers. Verschiedene Abänderungen des Drucks von  $\frac{1}{3}$  bis 5 Atmosphären wurden geprüft, und stimmten darin überein, dass sie bewiesen, dass die Verdichtung sich verhält wie die zusammendrückenden Kräfte; ein Resultat, welches der Verfasser auch schon aus seinen frühern Versuchen hergeleitet hatte, wobei jedoch des schliessenden Metalls Ausdehnung gleichfalls mitgewirkt hatte, und sich daher auch wie die zusammendrückenden Kräfte verhalten muss.

Man scheint schlieszen zu können, dass sich keine Wärme bei dieser Verdichtung entwickelt, indem die Gränze zwischen Wasser und Quecksilber nach Beendigung des Experiments wieder beinahe auf den nämlichen Punkt zurückkömmt, die sehr unbedeutende Temperaturveränderung muss als eine nothwendige Folge der Berührung angesehen werden, die von dem Experiment un-



zertrennlich ist, und von der Nähe des Experimentators während der Beobachtung. Selbst nach einem Druck von 5 Atmosphären war die Temperaturveränderung nicht  $1/100^0$  und in der Regel weder grösser noch kleiner, als wenn nur der Druck einer Atmosphäre angewandt wurde. Da man inzwischen sich denken konnte, dass die Ausdehnung nach Aufhören des Drucks, die durch die Zusammendrückung entwickelte Wärme wieder vernichten könnte, so wurde ein Breguetsches Metallthermometer, worauf eine Veränderung von  $1/10^0$  leicht würde bemerkbar seyn, ins Wasser in dem Cylinder gebracht, und der stärksten Zusammendrückung ausgesetzt, die man zuwege bringen konnte, ohne dass es eine Spur von Temperaturveränderung angab. Die Uebereinstimmung dieser Versuche und der *Cantonschen* ist wahrlich merkwürdig. Der englische Physiker bekam bei  $64^0$  Fahrenheit<sup>1</sup> =  $15\frac{1}{2}^0$  des hunderttheiligen Thermometers eine Compression von 44 Milliontheilen für eine Atmosphäre, und bei  $34^0$  F. =  $1\frac{1}{9}^0$  hunderttheilig 49 Milliontheilen. Dieser unerwartete Ausfall lässt sich leicht aus der Ungleichheit der Wirkung der Wärme erklären; allein man sieht, dass es zu keiner Seite bedeutend von der neuen Bestimmung abweicht, nämlich von 47 Milliontheilen.

---

## SUR LA COMPRESSIBILITÉ DE L'EAU<sup>2</sup>

PAR M. ØRSTED

---

(ANNALES DE CHIMIE ET DE PHYSIQUE, PAR MM. GAY-LUSSAC ET ARAGO. TOME 22. P. 192—98. PARIS 1823)

Quoique les expériences de *Canton* eussent déjà établi, il y a plus de cinquante ans, la compressibilité de l'eau, on n'y avait pas encore ajouté, généralement, la foi qu'elles méritent, parce que les moyens dont s'était servi le savant anglais, permettaient aux changemens de température d'exercer une influence considérable sur les résultats. Il fallut l'habileté rare de ce physicien pour éviter cette influence, surtout dans un temps où les appareils n'avaient

<sup>1</sup> [5:  $64^0$  Fahrenheit =  $17\frac{7}{9}^0$  C.]

<sup>2</sup> Nous avons donné un extrait très-succinct de ce Mémoire, d'après les journaux anglais, dans le N° de septembre dernier; mais M. Ørsted ayant bien voulu, à son passage à Paris, nous confier le Mémoire original, accompagné d'une description détaillée de l'appareil dont il s'est servi, nous nous empressons d'en enrichir les *Annales*.

pas encore la perfection qu'ils ont acquise de nos jours. C'est pourquoi on a publié, après *Canton*, un bon nombre d'autres expériences sur le même objet; mais elles leur étaient bien inférieures tant à cause des principes sur lesquels elles étaient fondées qu'à raison de l'exactitude de l'exécution. Frappé des discordances de ce grand nombre de résultats, j'entrepris, il y a quatre ans, de soumettre cet objet à de nouvelles recherches. Je fis mes premières expériences dans des cylindres de laiton à parois extrêmement épaisses, dans l'espérance d'éviter ainsi la dilatation du vase où s'opérait la compression. Mon appareil ne présentait à cet égard aucun avantage sur ceux dont on avait fait usage depuis *Canton*; mais du moins il n'exigeait pas de grandes forces mécaniques pour rendre la compression sensible, et sa mesure était exacte en la faisant dans un tuyau étroit qui communiquait avec un autre plus large. Je me servis en même temps d'un tuyau rempli d'air et communiquant avec l'eau intérieure, pour mesurer la force comprimante, méthode qui met les résultats à l'abri de l'influence du frottement.

Cet appareil était ainsi d'un usage fort commode; mais il avait la grande imperfection de se dilater en cédant à la pression intérieure, car elle n'était balancée par aucune pression en sens contraire. Pour remédier à ce défaut, j'eus recours au principe qu'a aussi adopté le célèbre M. *Parkins*, dont le Mémoire ne m'était pas alors connu; mais comme il a fait ses expériences avec des forces immenses qui ne sont pas à la disposition de beaucoup de savans, je pense qu'une description de mon appareil ne sera pas inutile, surtout à cause qu'il peut être employé à des recherches fort étendues sur la compression des diverses espèces de liquides.

La partie principale de mon appareil consiste maintenant en une petite bouteille qui a pour col un tuyau capillaire terminé par un petit entonnoir. Après l'avoir remplie d'eau bien purgée d'air, on introduit dans le tube capillaire une goutte de mercure que l'adhérence maintient dans le haut, et qui sert d'index et de piston durant les expériences. On place cette bouteille dans un cylindre de verre, à parois bien épaisses, rempli d'eau et muni d'une petite pompe foulante, au moyen de laquelle on peut exercer une pression suffisante sur l'eau du cylindre. Cette pression se communique au mercure, dans le tuyau capillaire, qui à son tour la transmet à l'eau contenue dans la bouteille. On voit facilement que celle-ci,



recevant une pression égale en dehors et en dedans, n'éprouvera aucun changement de volume, mais qu'en même temps la compression de l'eau se fera voir d'une manière bien sensible, le tuyau capillaire dans lequel le liquide doit descendre étant très-étroit en comparaison de la bouteille.

Pour bien mesurer la grandeur de la compression, j'ai déterminé la capacité de la bouteille et du tube capillaire, par des pesées fort exactes du mercure que l'un et l'autre pouvaient contenir. J'ai fait des expériences avec des appareils de grandeurs un peu différentes. Voici les données de l'une d'elles: la bouteille remplie de mercure pesait 709,48 grammes; une colonne de mercure, occupant dans le tuyau bien calibré une longueur de 24,6 lignes, pesait 96 milligrammes; ce qui fait 0,000005501 du volume total pour chaque ligne de mercure, ou 0,000001375 pour chaque quart de ligne, valeur d'une division de l'échelle.

La mesure des forces comprimantes s'obtient dans cet appareil à l'aide d'un volume d'air renfermé dans un tube bien calibré et ouvert en bas, qu'on place à côté du tuyau capillaire de la bouteille, sur une échelle divisée qui sert à mesurer tant le volume de l'air que la position de la colonne de mercure. Ayant bien observé la diminution du volume de l'air produite par la pression exercée sur l'eau, on calcule facilement, d'après la loi de Mariotte, la force comprimante; il faut seulement remarquer qu'il est bien nécessaire d'ajouter à la pression indiquée par le baromètre, celle produite par la colonne d'eau qui agit sur l'air du tube, et encore la pression de la colonne de mercure renfermée dans le tube capillaire. C'est le résultat de ces trois pressions qui indique celle que supportait l'eau de la bouteille, avant qu'on y eût fait agir le piston.

La chaleur exerce une grande influence sur le volume apparent de l'eau de la bouteille. A la température de 15° centig., un changement d'un seul degré fait monter ou descendre la colonne de mercure, dans le tuyau capillaire, de 27 lignes; chacune desquelles étant divisée sur l'échelle en 4 parties dont l'œil encore distingue très-bien le quart, on observe des changemens de température de  $\frac{1}{400}$  de degré centigrade. En faisant l'expérience de compression, le corps de l'observateur communique toujours un peu de calorique à l'appareil; en rétablissant l'équilibre avec l'air aussitôt que l'observation est faite, on voit néanmoins rarement une différence entre la position du mercure avant et après l'expérience, qui monte

jusqu'à  $\frac{1}{100}$  de degré; et cette différence n'est pas plus grande après une pression de cinq atmosphères qu'après celle d'une seule, si toutefois on a exécuté tous les mouvemens dans des temps égaux.

D'après le terme moyen entre un très-grand nombre de résultats, une pression égale à celle de l'atmosphère produit dans l'eau une diminution de volume de 0,000045. Dans tous les essais que j'ai faits avec mon appareil, depuis des pressions de  $\frac{1}{3}$  jusqu'à 6 atmosphères, j'ai trouvé que la compression de l'eau était en raison des forces comprimantes. *Canton* a obtenu, dans la plupart de ses expériences, 0,000044 pour une pression égale à celle de l'atmosphère; ce qui ne diffère que d'un millionième de mon résultat. Il est vrai qu'il a trouvé une fois 0,000049 à la température de  $+1^0$ ; mais comme l'eau se condense à ce degré par une augmentation de chaleur, on pourrait exclure cette quantité de la formation du terme moyen; toutefois la différence entre ces résultats est bien faible. Les expériences ingénieuses de *M. Parkins*, faites avec plusieurs centaines d'atmosphères, donnent 0,000048 pour chaque atmosphère. Je serais tenté d'attribuer cette différence, d'ailleurs très-légère, à la compression qu'a dû éprouver la substance des parois dans les expériences de *M. Parkins*; du moins on a lieu de supposer que les parois dans son appareil, étant de métal, ont été beaucoup plus épaisses que les parois dans ma petite bouteille. Je dois encore signaler une autre circonstance qu'on devrait peut-être prendre en considération ici: c'est que l'eau semble perdre un peu de sa compressibilité après quelques compressions. Je n'oserais cependant assurer ce fait, ne l'ayant pas soumis à des épreuves rigoureuses.

Il est bien évident, d'après toutes mes expériences, qu'il ne reste aucune trace d'augmentation de température lorsque l'eau a repris son volume après une compression; mais on pourrait penser que le calorique dégagé par la compression était réabsorbé durant la dilatation subséquente.

Il ne serait pas possible de décider cette question à l'aide d'un thermomètre ordinaire, puisque la boule pourrait souffrir une compression et donner lieu à un résultat fort inexact; c'est pourquoi je me suis servi d'un thermomètre métallique de l'invention de *M. Breguet*. Ce thermomètre, très-sensible, n'a pas indiqué de changement de température après une compression de l'eau produite par cinq atmosphères.



Dans toutes ces expériences sur les effets de la compression, il faut donner un soin particulier aux variations de température du liquide; car un seul degré centésimal suffit pour changer le volume d'eau, autant que peut le faire une pression égale à celle de trois atmosphères.

#### DESCRIPTION DE L'APPAREIL POUR LA COMPRESSION DE L'EAU

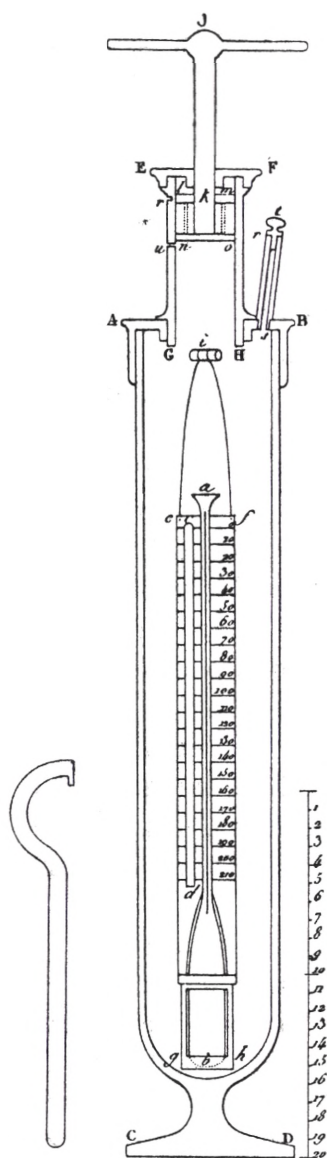


Fig. 2.

Fig. 1.

*ABCD* (fig. 1) représente la section verticale d'un cylindre de verre, fermé en *AB* par une monture de cuivre, dans laquelle entre à vis le corps de pompe *EFGH*.

*JK* est une vis qui sert à enfoncer et à élever le piston *l m n o*.

*rs* est un tuyau destiné à introduire l'eau dans le corps de pompe, après que le cylindre a d'abord été rempli; *t* est une vis qui ferme ce tuyau.

L'ouverture latérale *u* du corps de pompe permet à l'air de sortir pendant que l'eau entre par le tuyau *rs*. Mais aussitôt que le piston descend, il ferme cette ouverture.

L'autre trou latéral *r* ne pénètre pas, et sert seulement pour appliquer la clé (fig. 2) quand on veut serrer ou dévisser la vis qui joint le corps de pompe à la monture du cylindre.

*ab* est une bouteille de verre ayant pour col un tuyau capillaire; le tout est rempli d'eau.

*cd* est un tuyau calibré ouvert en bas, et renfermant de l'air qui, par sa compression, fait voir la force comprimante qu'exerce le piston lorsqu'on le fait descendre.

*efgh* est une monture de laiton portant une échelle divisée en quarts de ligne ou bien en demi-millimètres. Elle sert en même temps pour les deux tuyaux; mais il est bon de mettre les nombres aux deux côtés de

l'échelle, les lignes de division étant trop longues pour les suivre de l'œil avec la facilité désirée.

*i* est un morceau de liège combiné par deux fils de soie avec la monture de laiton. On voit qu'il ne sert qu'à retirer le petit appareil du cylindre lorsque c'est nécessaire.

Avant d'introduire la petite bouteille dans le cylindre, on met dans l'entonnoir une goutte de mercure, et on chauffe légèrement le récipient avec la main. Dans l'eau du cylindre la bouteille perdra bientôt le calorique qui lui avait été communiqué par la main, et la goutte de mercure descendra un peu le long du tuyau capillaire où elle formera une petite colonne.

---

## NOUVELLES EXPÉRIENCES DE M. SEEBECK SUR LES ACTIONS ÉLECTRO-MAGNETIQUES

(NOTE COMMUNIQUÉE PAR M. ØRSTED)

---

ANNALES DE CHIMIE ET DE PHYSIQUE, PAR MM. GAY-LUSSAC ET ARAGO. TOME 22. P. 199—201. PARIS 1823)

**M** Seebeck, membre de l'Académie de Berlin, a découvert qu'on peut établir un circuit électrique dans les métaux sans l'interposition d'aucun liquide. On établit le courant dans ce circuit en y troublant l'équilibre de température. L'appareil pour faire voir cette action est fort simple: on peut le composer de deux arcs de métaux différens, par exemple, de cuivre et de bismuth soudés ensemble aux deux bouts, en sorte qu'il fassent en tout un cercle. Il n'est même pas nécessaire que les pièces métalliques aient la forme d'un arc, ou que leur réunion ait celle d'un cercle; il suffit que les deux métaux forment ensemble un circuit, c'est-à-dire, un anneau continu d'une figure quelconque.

Pour établir le courant, on chauffe l'anneau à l'un des deux endroits où se touchent les deux métaux. Si le circuit est composé de cuivre et de bismuth, l'électricité positive prendra, dans la partie qui n'est pas échauffée, la direction du cuivre vers le bismuth; mais si le circuit est composé de cuivre et d'antimoine, la

---

<sup>1</sup> [Traduit en danois dans: Tidsskrift for Naturvidenskaberne. Udgivet af H. C. Ørsted, J. W. Hornemann og J. Reinhardt. Bd. 3. P. 142—60. Kjøbenhavn 1823.]



direction du courant, dans la partie non échauffée, ira de l'antimoine vers le cuivre. On ne peut découvrir ces courants électriques que par l'aiguille aimantée, sur laquelle ils exercent une influence très-sensible. Il faudra sans doute désormais distinguer cette nouvelle classe de circuits électriques par une dénomination significative; et comme telle je propose l'expression de circuits thermo-électriques ou peut-être thermélectriques: en même temps on pourrait distinguer le circuit galvanique par le nom circuit hydro-électrique.

Tout le monde connaît la série qu'on a formée des conducteurs, en les rangeant par rapport à leur action hydro-électrique. On peut de même ranger les corps en série, d'après leur action thermélectrique. Cette série est bien éloignée de coïncider avec la série hydro-électrique. Le bismuth et l'antimoine forment les deux extrémités de celle-là, tandis qu'ils sont placés assez loin des extrémités de celle-ci: l'argent, au contraire, qui est à l'extrémité négative de celle-ci, est bien éloigné des limites de celle-là. En un mot, chacune de ces deux séries paraît avoir un principe d'arrangement particulier.

M. Seebeck est aussi parvenu à exciter un courant thermélectrique dans un seul métal; mais cela ne réussit qu'avec des métaux qui ont une texture cristalline bien sensible, en sorte que les diverses parties d'un cristal paraissent jouer alors le rôle de différents métaux. Deux morceaux d'acier, l'un doux, l'autre trempé, constituent aussi ensemble un circuit thermélectrique, et il y a encore d'autres cas analogues où une différence de cohésion donne lieu à un courant; mais, en comparant entr'eux divers métaux dans la série, on voit facilement que ce n'est pas la cohésion qui détermine le courant thermélectrique; car les métaux les plus différents par rapport à leur cohésion se trouvent rapprochés dans cette série, et ceux dont les cohésions sont le moins inégales s'y trouvent souvent assez éloignés.

Le volume des *Mémoires de l'Académie de Berlin*, qui va paraître, nous fera connaître dans tout son détail les expériences aussi nombreuses que variées dont nous n'avons donné ici qu'un aperçu très-rapide. On y trouvera encore des recherches sur l'effet des alcalis et des acides dans le circuit, qui établiront encore une différence plus marquée entre les actions thermélectriques et hydro-électriques. M. Seebeck ne cesse pas de poursuivre ses travaux im-

portans, qui finiront sans doute par établir entre les phénomènes thermélectriques et hydro-électriques une liaison intime, quoiqu'ils aient commencé par nous en faire voir seulement les différences.

## EXPÉRIENCE ÉLECTRO-MAGNÉTIQUE

PAR M. ØERSTED

(ANNALES DE CHIMIE ET DE PHYSIQUE, PAR MM. GAY-LUSSAC ET ARAGO. TOME 22. P. 201—03. PARIS 1823)<sup>1</sup>

Immédiatement après la découverte des phénomènes électro-magnétiques, plusieurs physiciens distingués crurent qu'on pouvait les expliquer, en admettant dans chaque section transversale du conducteur deux axes magnétiques. Il paraît, à la vérité, que les auteurs de cette hypothèse ne tardèrent pas à l'abandonner, aussitôt que des expériences multipliées en eurent fait voir l'insuffisance. Cependant il y a eu, plus tard, d'autres physiciens qui ont tâché de la remettre en faveur; c'est pourquoi j'ai pensé qu'une expérience directe destinée à faire voir que tous les points de la circonférence du courant électrique exercent une action égale sur l'aiguille, ne serait pas, même à présent, entièrement superflue.

Il ne faut, pour décider la question, que présenter successivement à un des pôles d'une aiguille aimantée, tous les points de la circonférence qu'on obtiendrait en coupant, par un plan perpendiculaire, le fil cylindrique le long duquel se transmet l'électricité.

Pour exécuter cette expérience, j'ai arrangé un circuit  $ABCD$  (fig. 1) dans la forme d'un carré de 10 pieds de côté; l'un des côtés verticaux  $AB$  était fixé sur une colonne  $GH$  qui avait un support  $J$ , sur lequel était placée l'aiguille aimantée; l'autre côté vertical contenait l'appareil galvanique  $kz$ , composé d'une caisse de cuivre  $k$  remplie d'eau acidulée et d'une plaque  $z$  de zinc. On voit bien que les deux parties horizontales et la seconde partie verticale  $CD$ , étant fort éloi-

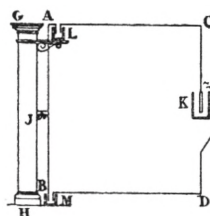


Fig. 1.

<sup>1</sup> [On trouve aussi cet extrait dans: *Thomsons Ann. of Philosophy*. Vol. 5. P. 155. London 1823. — Un compte-rendu dans: *Gilberts Annalen der Physik*. Bd. 73. P. 278. Leipzig 1823. — Une courte description dans: *Tidsskrift for Naturvidenskaberne*. Bd. 1. P. 301. Kjøbenhavn 1822.]



gnées de l'aiguille, ne pouvaient exercer sur elle aucune influence bien sensible. La partie verticale  $CD$  était, pour plus de solidité, attachée à une perche.  $L$  et  $M$  représentent deux coupes remplies de mercure qui servent à mettre en communication les deux parties horizontales avec la première partie verticale. Par l'action de ce circuit, l'aiguille fut amenée à une certaine déviation, qui ne changea point lorsqu'on promena la partie mobile du circuit de manière qu'elle décrivît les trois quarts de la circonférence entière. Or, il est évident que le point du conducteur  $AB$ , qui se trouvait le plus près de l'une des extrémités de l'aiguille, n'était pas toujours le même point physique de ce conducteur durant l'expérience, et qu'il changeait dès-lors continuellement par rapport au circuit. Supposons, en effet, que ce point, au commencement, fût situé sur la partie extérieure du circuit; quand l'appareil avait décrit un demi-cercle, il devait appartenir à la partie intérieure, tandis qu'après un quart de révolution, le point le plus voisin de l'aiguille était un point latéral.

L'expérience que je viens de rapporter fournit donc une preuve directe de cette vérité, que tous les points, dans une section transversale et circulaire du courant électrique, exercent le même effet sur l'aiguille aimantée: ce qui est contraire à l'hypothèse qu'il existe deux axes magnétiques dans chacune de ces sections.

---

## SUR LE MULTIPLICATEUR ÉLECTRO-MAGNÉTIQUE DE M. SCHWEIGGER, ET SUR QUELQUES APPLICATIONS QU'ON EN A FAITES

PAR M. ØRSTED

---

(ANNALES DE CHIMIE ET DE PHYSIQUE, PAR MM. GAY-LUSSAC ET ARAGO. TOME 22. P. 358—365. PARIS 1823)

**I**mmédiatement après la découverte de l'électro-magnétisme, M. *Schweigger*, professeur à Halle, inventa un appareil très-propre à mettre en évidence, au moyen de l'aiguille aimantée, les courants électriques les plus faibles. L'effet de ce multiplicateur est fondé

---

<sup>1</sup> [On trouve le même contenu dans: *Thomsons Ann. of Philosophy*. Vol. 5. P. 436—39. London 1823. — *Quarterly Journal of Science*. Vol. 16. P. 123—26. London 1823.]

sur l'action égale qu'exercent sur l'aiguille aimantée toutes les parties d'un fil conducteur, lorsqu'il transmet un courant. Quand une partie de ce fil est courbe, comme l'est *abc* (fig. 1), si les deux branches *ab* et *bc* se trouvent dans un plan vertical, et qu'une aiguille aimantée *de* soit convenablement suspendue dans le même plan, on conçoit facilement que l'aiguille doit recevoir une impulsion double de celle qu'une seule de ces branches lui aurait imprimée. En effet, les impulsions données à l'aiguille par les deux portions horizontales du fil s'ajoutent entre elles: il suffit

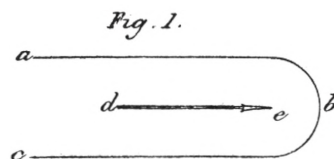
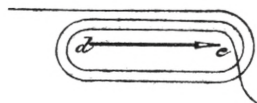


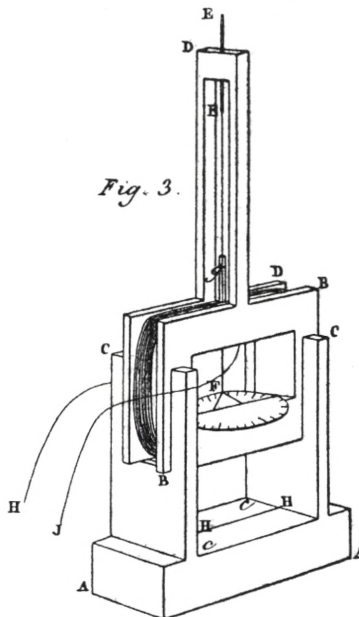
Fig. 2.



pour s'en convaincre de remarquer que, dans la disposition actuelle, ces portions sont parcourues par le courant électrique en deux sens différens. Le fil supérieur et le fil inférieur ne dévient l'aiguille de deux côtés opposés que dans le cas où l'électricité s'y meut dans la même direction; on augmentera donc encore l'effet quand on fera faire au fil conducteur plusieurs circonvolutions autour de l'aiguille, comme on le voit dans la figure 2; c'est là ce qui constitue le multiplicateur électro-magnétique.

La figure 3 représente cet appareil d'après la forme que je lui ai donnée, laquelle cependant ne diffère de celle de M. Schweigger que dans des parties peu essentielles. *AA* est le pied de l'instrument; *CC, CC* sont deux montans qui portent un châssis *BB*, dans le bord duquel existe une rainure où se logent les tours successifs du fil multiplicateur. *DD* est un montant destiné à porter le fil auquel l'aimant doit être suspendu. Toutes ces parties sont en bois. *EE* est un fil de métal qui passe à frottement par un trou pratiqué dans la partie supérieure du montant *DD*. A ce fil métallique s'attache par un peu de cire le fil de cocon *EF*; celui-ci porte à son extrémité un petit triangle double de papier, sur lequel repose la petite aiguille aimantée. En *G* est un cylindre creux dans lequel

Fig. 3.





passé librement le fil de suspension, et qui empêche le fil multiplicateur de le toucher.

On voit encore, au-dessous de l'aiguille aimantée, un cercle divisé pour mesurer les déviations. Le fil multiplicateur est de cuivre argenté; son épaisseur est d'un quart de millimètre. Il est enveloppé dans toute sa longueur de fil de soie: par là on empêche toute communication électrique entre les différentes parties de ce fil qui sont superposées dans la rainure du châssis *BB*. *H* et *J* représentent les deux extrémités du fil.

L'usage de cet appareil se conçoit presque sans explication. Pour multiplier l'effet qu'a sur l'aiguille un arrangement galvanique, on n'a qu'à établir les communications de manière que le fil multiplicateur devienne une partie du circuit. L'électricité développée par le contact de deux disques, l'un de zinc et l'autre de cuivre, quand même on n'emploie que de l'eau pure pour conducteur liquide, est déjà très-appreciable avec cet appareil. On peut de la même manière rendre sensibles des actions galvaniques qui seraient trop faibles pour être aperçues en se servant d'une grenouille préparée.

Quand on veut mettre en évidence une action extrêmement faible qui donne une déviation à peine visible, il faut ouvrir le circuit immédiatement après l'avoir fermé, et le fermer ensuite de nouveau chaque fois que l'aiguille est sur le point de terminer le retour de l'oscillation précédente. On peut encore rendre l'appareil plus délicat en plaçant en *HH* une petite aiguille aimantée dans la situation nécessaire pour diminuer la force avec laquelle l'aiguille suspendue tend à conserver sa direction.

Lorsqu'on veut se servir du multiplicateur pour des actions électro-magnétiques un peu considérables, il faut avoir des fils conducteurs plus épais. Sans cette précaution, au lieu d'augmentation, on pourrait avoir diminution de l'effet, causée par l'imperfection du conducteur. M. *Seebeck* a fait sur cet objet des recherches très-satisfaisantes, dans son *Mémoire sur l'Électro-Magnétisme*, publié dans les *Mémoires de l'Académie de Berlin*.

M. *Poggendorff*, jeune savant distingué de Berlin, avait construit un multiplicateur électro-magnétique très-peu de temps après M. *Schweigger*, et s'en était servi pour de belles expériences. Le travail de M. *Poggendorff* ayant été cité dans un livre sur l'*Électro-Magnétisme* du célèbre M. *Erman*, publié très-peu de temps après

la découverte de ces phénomènes, a été connu de plusieurs savans avant celui de M. *Schweigger*; c'est ce qui a donné lieu aux noms différens que porte le même appareil.

M. *Poggendorff* a fait une application très-utile du multiplicateur à l'examen de l'ordre des conducteurs dans la série galvanique. On trouve son travail, qui embrasse un très-grand nombre de corps, dans le journal allemand, *Isis*, pour l'année 1821. M. *Avogadro*, en Italie, s'est servi depuis du même moyen, mais sans autant varier les expériences que son prédécesseur. Le Mémoire du savant Italien contient toutefois quelques observations qui méritent d'être connues.

Il a trouvé, par les indications du multiplicateur électro-magnétique, que quelques métaux donnent, à l'instant qu'on les plonge dans l'acide nitrique concentré, un effet contraire à celui qui se manifeste quelques momens après: ce changement n'a pas lieu dans l'acide nitrique délayé. Les couples métalliques qui ont fait voir cette propriété sont:

Plomb et bismuth,  
Plomb et étain,  
Fer et bismuth,  
Cobalt et antimoine.

M. *Avogadro* dit que l'effet qui a lieu à l'instant de l'immersion des métaux dans l'acide concentré, est le même que celui qu'on obtient dans l'acide délayé, et que c'est seulement à la longue que l'effet contraire se manifeste. J'ai répété l'expérience avec le plomb et le bismuth; elle m'a paru exacte, excepté seulement en cela qu'à la fin de l'expérience avec l'acide concentré, j'ai toujours eu l'effet que donne constamment l'acide délayé. J'ai encore trouvé que les barreaux de plomb et de bismuth, qui ont été plongés une fois dans de l'acide concentré, ne donnent, dans des expériences subséquentes avec le même acide, que l'effet constant de l'acide délayé, si on ne renouvelle pas leur surface avant de s'en servir. Ce renouvellement peut se faire non-seulement par des moyens mécaniques, mais aussi avec de l'acide nitrique délayé.

Il arrive souvent que les barreaux qui ont été dans de l'acide délayé, et qu'on n'a que légèrement essuyés, donnent, un instant, dans l'acide concentré, une déviation analogue à celle qu'on observe dans l'acide délayé: vraisemblablement par l'effet du liquide qui



est resté sur leur surface; puis ils donnent pendant quelques momens la déviation contraire, c'est-à-dire, la même qu'on observe quand on fait l'expérience avec des barreaux bien décapés: enfin, la déviation se remet dans le même sens où elle se serait manifestée si l'on s'était servi pour conducteur liquide de l'acide délayé.

Il est à remarquer que l'acide nitrique concentré attaque beaucoup plus fortement le bismuth que le plomb, et qu'au contraire l'acide délayé attaque très-fortement le plomb et presque pas le bismuth. Ainsi, il faut bien que le plomb se comporte comme le métal le plus positif dans l'acide délayé, et comme négatif dans l'acide concentré. Il reste seulement à expliquer pourquoi la déviation produite par l'acide concentré ne reste pas la même pendant toute l'expérience. Étant en voyage, je n'ai le temps ni de traiter à fond cette question ni d'examiner les expériences analogues racontées par M. *Avogadro*; mais je serai, en tout cas, heureux d'avoir contribué à appeler l'attention des physiciens sur cette classe d'expériences également intéressantes pour la théorie des solutions et pour celle de l'excitation du courant électrique.

M. *Avogadro* cite encore le fait que l'arsenic se comporte envers l'antimoine comme métal positif dans l'acide nitrique concentré et comme négatif dans l'acide délayé. Ce phénomène paraît entièrement en rapport avec l'effet chimique qu'a l'acide sur les deux métaux, dans ses différens degrés de concentration.

Parmi les expériences qu'on peut faire avec le multiplicateur électro-magnétique, je citerai encore la suivante: si l'on plonge, à deux instans différens, deux morceaux d'un même métal dans un acide capable de les attaquer, celui des deux morceaux qui aura été plongé le premier se comportera envers l'autre comme le métal le plus positif. L'expérience se fait surtout très-bien avec deux lames de zinc et de l'acide sulfurique ou hydrochlorique délayé.

Il serait bien intéressant d'examiner les changemens électro-magnétiques qui ont lieu pendant toutes les périodes de l'action des acides et des alcalis sur les métaux, et rien ne présente plus de facilité pour cet objet que le multiplicateur que nous avons décrit dans cette Note.

---

Voici<sup>1</sup> l'ordre que les expériences de MM. *Avogadro* et *Michelotti* avaient établi entre les différens métaux, relativement à l'électricité

<sup>1</sup> [Cette dernière partie est évidemment ajouté par le redacteur du journal.]

qu'ils prennent par le contact, ou plutôt relativement à la direction du courant qui s'établit entre l'un et l'autre métal à l'aide d'un conducteur humide. La série commence par les métaux les plus négatifs et finit par les plus positifs :

Platine, or, argent, mercure, arsenic, antimoine, cobalt, nickel, cuivre, bismuth, fer, étain, plomb et zinc.

Cet ordre indique que chaque métal, combiné avec l'un quelconque de ceux qui le suivent à l'aide de l'eau acidulée, forme un circuit dans lequel le courant positif va du premier au second métal, dans la communication métallique établie entr'eux, et par conséquent du second au premier dans le conducteur humide; ce qui revient à dire que chaque métal se comporte comme corps négatif par rapport à tous ceux qui le suivent dans la table, et comme corps positif à l'égard de tous ceux qui le précèdent.

Ces résultats ne s'accordent pas, en quelques points, avec ceux que *Volta* avait obtenus à l'aide du condensateur électrique; mais quel parti peut-on adopter à l'égard de ces différences, quand on voit que pour renverser, en employant toujours les mêmes métaux, la direction du courant indiquée par le sens de la déviation de l'aiguille aimantée du condensateur électro-magnétique, il suffit de changer le degré de concentration de l'acide qu'on emploie comme conducteur humide.

Dans ces expériences, les physiciens italiens se sont généralement servis d'acide nitrique délayé pour conducteur humide; mais en opérant sur l'or et le platine, il a fallu employer l'eau régale: l'acide nitrique n'attaquant pas ces métaux, ne donnait lieu à aucun développement électrique; ce qui est une nouvelle preuve de la nécessité d'une action chimique pour la formation du courant voltaïque. Par la même raison, l'ordre électrique de l'or et de l'argent n'a pas pu être déterminé en se servant d'acide nitrique affaibli: l'acide concentré, au contraire, produisait à l'instant une déviation sensible de l'aiguille. MM. *Avogadro* et *Michelotti* disent avoir remarqué qu'une grenouille préparée est excitée par la seule interposition de la substance humide de son corps entre deux métaux hétérogènes, lors même que le contact n'ayant lieu que sur un très-petit nombre de points, on ne peut guère admettre d'action chimique sensible: dans ce cas, l'aiguille du condensateur électro-magnétique ne se dévie pas d'une manière appréciable. Faut-il en conclure que l'instrument est un moyen moins délicat de reconnaître



les courans que l'animal? » M. *Michelotti* penche à croire que le passage du fluide qui occasionne les mouvemens de la grenouille, est essentiellement d'une nature différente de ce courant continu produit avec le concours de l'action chimique, et qui seul (c'est toujours M. *Michelotti* qui parle) peut produire les déviations de l'aiguille magnétique. » (R.)

## SUR QUELQUES NOUVELLES EXPÉRIENCES THERMO-ÉLECTRIQUES FAITES PAR M. LE BARON FOURIER ET M. ØRSTED

(NOTICE LUE A L'ACADÉMIE DES SCIENCES PAR M. ØRSTED)

(ANNALES DE CHIMIE ET DE PHYSIQUE, PAR MM. GAY-LUSSAC ET ARAGO. TOME 22. P. 375—389. PARIS 1823)<sup>1</sup>

J'ai eu l'honneur de faire voir à cette illustre assemblée les expériences remarquables par lesquelles M. *Seebeck* a prouvé qu'on peut établir un courant électrique dans un circuit exclusivement formé de conducteurs solides, en y troublant seulement l'équilibre de température. (Voyez *Annales*, tome XXII, page 199.)<sup>2</sup> Nous sommes donc en possession d'un nouveau genre de circuits électriques, qu'on peut appeler circuits thermo-électriques, en les distinguant ainsi des circuits galvaniques, qu'il serait désormais convenable d'appeler hydro-électriques. Il se présente à ce sujet une question qui intéresse l'électro-magnétisme, aussi-bien que la théorie du mouvement de la chaleur dans les corps solides: il s'agit d'examiner si les effets thermo-électriques peuvent être agrandis par la répétition alternative de barreaux de diverses matières, et comment il faut procéder pour obtenir de tels effets. Il ne paraît pas que l'auteur de la découverte du circuit thermo-électrique ait encore dirigé ses recherches vers ce point. Nous nous sommes réunis, M. le baron *Fourier* et moi, pour l'examiner par la voie de l'expérience.

<sup>1</sup> [On trouve le même contenu dans: *Schweiggers Journal für Chemie und Physik*. Bd. 41. P. 48—63 Nürnberg 1823. — Bibliothèque universelle. Tome 23. P. 50—62. Genève 1823. — *Thomsons Ann. of Philosophy*. Vol. 5. P. 439—46. London 1823. — *Quarterly Journal of Sciences*. Vol. 16. P. 126—33. London 1823. — *Det kongelige danske Videnskabernes Selskabs Oversigter*. 1822—23. P. 9—10. Kjøbenhavn. Tous les extraits de «*Videnskabernes Selskabs Oversigter*» se trouvent au fin de cette volume.]

<sup>2</sup> [Vol. 2. P. 263 de cette édition.]

L'appareil dont nous nous sommes d'abord servis est composé de trois barreaux de bismuth et de trois autres d'antimoine, soudés alternativement ensemble; en sorte qu'ils forment un hexagone et constituent un circuit thermo-électrique complexe, renfermant trois élémens. La longueur des barreaux est d'environ 12 centimètres, leur largeur de 15 millimètres, et leur épaisseur de 4 millimètres. Nous mettons ce circuit sur deux supports et dans une position horizontale, en observant de donner à un des côtés de l'hexagone la direction de l'aiguille aimantée: nous plaçons ensuite une boussole, aussi près que possible, au-dessous de ce côté.

En échauffant une des soudures à l'aide de la flamme d'une bougie, nous produisons déjà un effet bien sensible sur l'aiguille. En échauffant deux soudures, qui ne soient pas voisines, on voit la déviation augmenter considérablement. Lorsqu'enfin on élève la température des trois soudures alternatives, on parvient à un effet plus grand encore.

Nous nous sommes aussi servis d'un procédé inverse, c'est-à-dire, que nous avons réduit à zéro, par de la glace fondante, la température d'une ou de plusieurs soudures du circuit. On conçoit facilement qu'alors les soudures qui ne sont pas refroidies doivent être considérées comme échauffées par rapport aux autres. Cette manière d'opérer permet de rendre les différentes expériences comparables: sans cela on ne pourrait pas découvrir les lois de ce genre de phénomènes.

En combinant l'action de la glace avec celle de la flamme, c'est-à-dire, en échauffant les trois soudures qui n'étaient pas refroidies, nous sommes parvenus à un effet très-considérable: la déviation de l'aiguille monta alors jusqu'à 60 degrés.

Nous avons plus tard continué ces expériences avec un appareil composé de 22 barreaux de bismuth et de 22 d'antimoine, beaucoup plus épais que ceux de l'hexagone: nous nous sommes ainsi convaincus que chaque élément contribue à l'effet total.

Ayant ouvert le circuit dans un point, nous avons fait souder aux barreaux séparés, de petites coupes de laiton qui ensuite ont été remplies de mercure, afin de pouvoir établir à volonté, entre leurs extrémités, une communication sûre à l'aide de fils métalliques. Un fil de cuivre d'un décimètre de longueur et d'un millimètre d'épaisseur, était presque suffisant pour rétablir la communication entière: avec deux fils semblables placés l'un à côté de



l'autre, la communication était parfaite. Un fil de même diamètre, mais de plus d'un mètre de longueur, transmettait encore assez bien le courant; tandis qu'un fil de platine d'un demi-millimètre de diamètre et de 4 décimètres de longueur établissait si imparfaitement la communication, que la déviation de l'aiguille aimantée n'était pas même d'un degré. Quand le corps interposé était une languette de papier, mouillée d'une solution saturée de soude, on n'observait aucun effet appréciable.

Il est digne de remarque qu'un appareil capable de donner de si grands effets électro-magnétiques, ne produisait ni action chimique ni ignitions sensibles.

Nous pouvons encore ajouter, que l'effet du circuit électro-magnétique complexe, est beaucoup moindre que la somme des effets isolés que pouvaient produire les mêmes élémens employés à former des circuits simples.

#### DÉTAILS DES EXPÉRIENCES DE LA NOTE PRÉCÉDENTE, ET OBSERVATIONS ULTÉRIEURES

Les barreaux dont on s'est servi, dans les expériences suivantes, sont des parallélépipèdes qui ont pour section transversale un carré de 15 millimètres de côté.

##### *1<sup>re</sup> Expérience.*

Nous avons composé un circuit rectangulaire *abcd* (fig. 1). Une moitié *acd* était d'antimoine; l'autre *abd* de bismuth. Ces deux moitiés étaient soudées ensemble; on avait ainsi deux côtés contigus d'antimoine et deux côtés contigus de bismuth. La longueur du plus grand côté était de 12 centimètres; celle de l'autre 8.

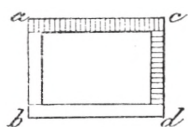


Fig. 1.

Le circuit ayant été posé horizontalement sur des supports, avec deux de ses côtés dans la direction de l'aiguille aimantée, on a placé la boussole sur l'un d'entr'eux; ensuite on n'a plus touché à l'appareil pour lui laisser reprendre un équilibre de température qui avait pu être troublé par la main de l'observateur: ce n'est qu'après un certain temps qu'on a mis de la glace sur une des deux soudures qui joignent les métaux hétérogènes. La boussole a montré alors une déviation de 22 ou 23 degrés, la température de l'atmosphère étant de 14 degrés centi-

grades. A une température de 20 degrés, nous avons observé une déviation de 30 degrés; mais comme nous avons, au commencement, négligé de noter la température de l'atmosphère, nous n'établirons les comparaisons des résultats qu'entre des expériences faites, pour ainsi dire, en même temps.

### 2<sup>e</sup> Expérience.

On a formé un autre circuit (fig. 2) à-peu-près de la même largeur, mais dans lequel les côtés opposés étaient du même métal; par exemple: *ab* et *cd* de bismuth, *ac* et *bd* d'antimoine; on a mis l'appareil en action en plaçant de la glace sur deux angles opposés: ce circuit produisait une déviation de 30 à 31 degrés, dans les mêmes circonstances où le circuit simple ne donnait que 22 à 23 degrés. La température dans ce circuit se met très-vite en équilibre, de manière que l'effet thermo-électrique y paraît plus faible qu'il ne l'aurait été sans cette circonstance.

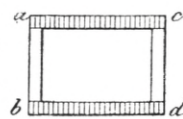


Fig. 2.

### 3<sup>e</sup> Expérience.

Un circuit *ABDC* (fig. 3), dont le contour avait une longueur double de celle du circuit de la première expérience, fut mis en action par de la glace placée sur une de ses soudures. La déviation ne fut que de 13 à 15 degrés, sous les mêmes circonstances où le circuit (fig. 1) donna 22 à 23 degrés.

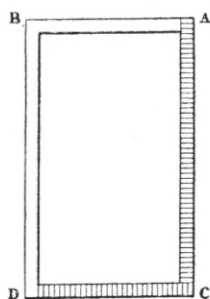


Fig. 3.

### 4<sup>e</sup> Expérience.

On forma un autre circuit (fig. 4) de la même longueur que celui de l'expérience précédente; mais on lui donna quatre alternatives ou quatre élémens thermo-électriques *ab*; *a* désigne l'antimoine, *b* le bismuth. Ce circuit fut mis en action par de la glace placée sur les soudures de deux en deux. La déviation de l'aiguille aimantée fut alors de  $31^{\frac{3}{4}}$ , sous les mêmes circonstances où le circuit simple, de longueur égale, de la troisième expérience, ne produisit qu'une déviation de 13 à 15 degrés; mais il faut se rappeler que le circuit de la deuxième expérience (fig. 2), qui n'avait que la moitié de longueur en circonférence, et la moitié du nombre d'élé-

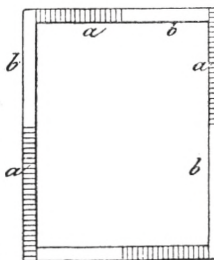


Fig. 4.



mens donna à-peu-près le même effet. On voit ainsi, et ce résultat sera confirmé par les expériences ultérieures, que les déviations de l'aiguille produites par le circuit thermo-électrique, augmentent avec le nombre des élémens quand la longueur du circuit reste la même, mais qu'elles deviennent plus faibles à mesure que la longueur augmente. On voit de plus, et ceci deviendra encore plus évident dans la suite, que ces deux effets se balancent: en sorte que l'effet d'un circuit ne change pas, lorsque la longueur de la circonférence augmente dans la même proportion que le nombre des élémens, ou, en d'autres termes, que des élémens de longueur égale, forment des circuits qui produisent des déviations égales, quel que soit le nombre de ces élémens. Nous avons confirmé ces résultats, en comparant les effets de circuits d'un, de deux, de trois, de quatre, de six, de treize et de vingt-deux élémens.

Pour former des circuits complexes capables de produire un très-grand effet sur l'aiguille aimantée, on sera obligé de se servir d'élémens très-courts; il en résultera, il est vrai, l'inconvénient que l'équilibre de température se rétablira rapidement dans le circuit, à moins qu'on ne mette les soudures alternatives, les unes en communication avec une source continuelle de chaleur, les autres en communication avec une source continuelle de froid. Il existe un effet du circuit thermo-électrique complexe, qui n'est pas ainsi borné par la longueur de la circonférence; mais, avant d'en parler, nous ferons voir quel est le mode d'action des différens élémens de l'appareil complexe.

#### 5<sup>e</sup> Experience.

Nous avons examiné les effets d'un circuit complexe, en refroidissant d'abord une, ensuite deux, puis trois, etc. des soudures qui devaient être mises en activité; et, par plusieurs expériences, nous avons trouvé les nombres moyens suivans:

Dans un circuit de deux élémens, la première soudure, étant seule refroidie, a donné une déviation de . . . . .	21 <sup>0</sup>
Les deux ensemble . . . . .	32 <sup>0 1/2</sup>
Dans un circuit de trois élémens, le refroidissement d'une seule soudure a donné une déviation de . . . . .	15 <sup>0 5/8</sup>
Les deux premières . . . . .	25 <sup>0 7/8</sup>
Les trois ensemble. . . . .	31 <sup>0</sup>

Dans un circuit de quatre élémens, la glace sur une soudure	
donna une déviation de . . . . .	$13^{01/4}$
deux soudures. . . . .	$19^0$
trois . . . . .	$25^0$
quatre . . . . .	$31^{03/4}$

Dans un circuit de six élémens, une soudure a donné une	
déviation de. . . . .	$9^0$
Les deux premières . . . . .	$13^{03/4}$
Les trois premières . . . . .	$18^{01/2}$
Les quatre premières . . . . .	$22^0$
Les cinq premières . . . . .	$25^{02/3}$
Les six ensemble . . . . .	$28^{02/3}$

On voit que la déviation que produit la première soudure refroidie, est représentée d'une manière assez approchée, par le double du quotient obtenu en divisant par le nombre des élémens plus un, la déviation totale que produit le circuit quand tous ses élémens sont mis en activité. On voit aussi que les autres nombres s'approchent beaucoup de la valeur du quotient simple; mais cependant ils paraissent former une série décroissante.

Nous parlons ici toujours des déviations mesurées par les angles, et non pas de la grandeur réelle des effets. S'il ne fallait pas avoir égard aux différentes distances de tous les points qui agissent l'un sur l'autre dans les diverses positions de l'aiguille, et peut-être même à la situation réciproque plus ou moins oblique des tranches du conducteur et de l'aiguille, on pourrait représenter les effets par les tangentes des déviations. Il est toutefois remarquable que les expériences que nous avons faites donnent un rapport si constant entre les déviations. Si ces expériences étaient susceptibles de plus d'exactitude, on pourrait sans doute parvenir à en tirer des conséquences intéressantes pour la théorie.

#### 6<sup>e</sup> Expérience.

On peut rendre sensible l'action thermo-électrique par le moyen du multiplicateur électro-magnétique. Pour obtenir cet effet, on combine une pièce *a* (fig. 5) de l'un des deux métaux avec deux pièces *b* de l'autre: cet arrangement constitue un circuit rompu dont les deux extrémités sont du même métal.



Fig. 5.



Après avoir mis de la glace sur une des soudures, on établit la communication entre les deux pièces *b*, au moyen du fil du multiplicateur. L'effet est appréciable sur l'aiguille de l'instrument, mais cependant il est très-faible: plus faible, par exemple, que l'effet d'une pièce de cuivre et d'argent avec de l'eau pour conducteur liquide. On rend l'effet plus sensible en communiquant à l'aiguille une nouvelle impulsion à la fin de chaque oscillation rétrograde résultant de l'impulsion précédente.

La faiblesse extraordinaire de cette action est très-remarquable. On voit, par ce résultat, que les mêmes élémens thermo-électriques, qui produisent un grand effet sur l'aiguille aimantée de la boussole quand la communication s'établit par un conducteur court et épais, n'agissent que très-peu, même sur une aiguille supportée par un fil et conséquemment très-sensible, quand la communication se fait à l'aide d'un conducteur d'une longueur considérable et mince. Un courant hydro-électrique excité par une pièce de zinc et une d'argent, avec de l'eau pour conducteur liquide, produit sur l'aiguille du multiplicateur un effet peut-être cent fois plus grand que le courant thermo-électrique; et néanmoins l'effet qu'a le premier sur l'aiguille de la boussole est presque insensible, même quand on établit la communication entre les élémens par les meilleurs conducteurs, tandis que le second imprime à l'aiguille des déviations considérables. Ceci nous fait connaître une propriété du courant thermo-électrique bien importante, qu'on aurait pu, à la vérité, prévoir par la théorie, mais qui n'en est pas moins digne d'attention; elle consiste en cela, que le circuit thermo-électrique contient les forces électriques en quantité beaucoup plus grande qu'aucun circuit hydro-électrique de grandeur égale; tandis que, au contraire, l'intensité des forces dans ce dernier circuit est beaucoup plus forte que dans l'autre.

Depuis les premières expériences électro-magnétiques, on a bien vu que la déviation de l'aiguille, produite par le courant électrique, se réglait d'après la quantité des forces électriques, et non pas d'après leur intensité (action électro-métrique). Ainsi, la déviation considérable que produit le courant thermo-électrique est un indice de la grande quantité de forces qu'il contient. D'autre part, il est bien reconnu qu'un courant électrique pénètre d'autant plus facilement les conducteurs qu'il est plus intense. Le courant hydro-électrique, qui se transmet plus facilement à travers le fil du

multiplicateur que ne le fait le courant thermo-électrique, doit donc aussi être plus intense. La plus grande quantité de forces électriques qu'il faut reconnaître dans le courant thermo-électrique ne portera pas d'atteinte à ce raisonnement; car il est bien évident que, dans le cas où un courant *A* d'une intensité égale à celle d'un autre courant *B*, mais d'une quantité plus grande, est présenté à un conducteur qui suffit seulement pour transmettre la quantité de *B*, ce conducteur doit être capable de transmettre une partie du courant *A* égale au courant *B*; et si nous supposons à *A* une intensité plus forte que celle de *B*, la transmission de celui-là sera encore plus abondante.

#### *7<sup>e</sup> Expérience.*

Nous avons essayé l'effet du circuit complexe sur l'aiguille du multiplicateur, et nous avons trouvé qu'il augmentait considérablement avec le nombre des élémens du circuit, même dans les cas où cette multiplication des élémens n'ajoutait rien à l'effet sur la boussole. Nous avons déduit ce résultat d'expériences faites avec six, avec treize et avec vingt-deux élémens. Il paraît donc que l'intensité des forces s'accroît dans le circuit avec le nombre de ses élémens, précisément comme cela a lieu dans la pile de Volta. Le circuit n'a pas eu d'effet sensible sur la boussole lorsque la communication a été établie par le fil multiplicateur.

#### *8<sup>e</sup> Expérience.*

Un fil de platine de  $\frac{1}{10}$  de millimètre de diamètre n'a pas été mis en ignition par un circuit thermo-électrique de 13 élémens, assez intense cependant pour faire dévier la boussole de 28 degrés. Un circuit hydro-électrique capable de produire un effet pareil sur la boussole suffit parfaitement pour rougir le même fil.

Cette différence est due à la trop faible transmission du courant thermo-électrique par le fil de platine. En établissant la communication à l'aide de ce fil, l'aiguille de la boussole ne montra que 2 ou 3 degrés de déviation. Un fil de fer de  $\frac{1}{5}$  de millimètre ne fut pas non plus mis en ignition. La communication établie par ce fil produisit bien une déviation plus grande que le fil de platine, mais elle monta seulement à 5 degrés. On doit présumer qu'un circuit thermo-électrique de plusieurs centaines d'élémens produira un courant assez intense pour mettre en ignition un fil métallique.



*9<sup>e</sup> Expérience.*

Nous n'avons pu produire aucune action chimique bien sensible par le circuit thermo-électrique. Les liquides qui ont la plus forte faculté conductrice ont résisté à son action: par exemple, l'acide nitrique, la solution de soude, plusieurs solutions métalliques. Nous rapporterons seulement une de ces expériences, qui, dans plusieurs essais, a paru donner quelque effet chimique.

Nous avons mis entre deux pièces de 5 francs parfaitement neuves et de la même année, une lame de papier joseph, imbibée d'une solution de sulfate de cuivre. On a eu la précaution de mettre les deux pièces de monnaie en contact avec le papier, par les côtés qui portent la même empreinte, et on a fait passer le courant thermo-électrique par les deux pièces de métal et le papier mouillé. Après un quart d'heure, il y a eu quelques points de l'argent qui avaient une teinte très-faible de cuivre; mais, comme la trace de précipitation métallique ne résistait pas à un lavage accompagné d'un frottement faible, nous sommes disposés à considérer cette expérience comme trop douteuse. Dans le temps que les deux pièces d'argent avec le papier faisaient partie du circuit, il ne montra pas le moindre effet sur la boussole; en sorte que cette mince feuille de papier mouillé interrompit, pour ainsi dire, entièrement le courant thermo-électrique. Dans un état de si parfait isolement, on ne devait pas non plus espérer d'effet chimique sensible. D'après la faible intensité indiquée par le multiplicateur, on a lieu de penser qu'il faut un circuit thermo-électrique de plusieurs centaines d'éléments, pour pénétrer aussi-bien un liquide que le fait l'électricité d'une pile de Volta de quatre ou cinq éléments; mais il est vraisemblable qu'un tel appareil produira des effets semblables à ceux qu'on pourrait attendre de piles hydro-électriques, dont les éléments métalliques auraient une largeur énorme.

*10<sup>e</sup> Expérience.*

L'action sur le corps animal est une des plus remarquables de celles qu'exercent les courans électriques. Le circuit thermo-électrique ne nous a pas donné de saveur sensible lorsque nous l'avons fait agir sur la langue; mais sur une grenouille préparée il a produit l'effet de deux métaux fort peu différens. Ce résultat nous fait voir combien les nerfs d'une grenouille sont d'excellens conducteurs.

*11<sup>e</sup> Expérience.*

Un circuit thermo-électrique de treize élémens n'a fait voir aucun effet sur les électromètres les plus sensibles. Le condensateur de Volta ne nous a pas donné non plus de signes d'électricité indubitables; mais nous avouons n'avoir pas répété cette expérience autant qu'elle le mérite.

*12<sup>e</sup> Expérience.*

Les expériences que nous avons indiquées font déjà assez voir combien la faculté conductrice des corps est faible relativement au courant thermo-électrique. L'expérience suivante reproduit sous d'autres formes le même résultat.

On a disposé le grand circuit, qui est un rectangle presque quatre fois plus long que large, de telle manière que les deux côtés les plus courts fussent parallèles à l'aiguille aimantée. On a placé la boussole sur l'un de ces côtés, et on a mis en activité les élémens adjacens. Après avoir observé la déviation de l'aiguille, on a établi au moyen d'un fil de cuivre, la communication entre les parties actives du circuit les plus éloignées de la boussole en sorte que toutes les parties actives formassent un circuit à part. Après cette diminution de la circonférence du circuit, l'aiguille a indiqué une action plus forte. Cet effet n'aurait pas pu cependant être sensible si la transmission du courant thermo-électrique n'eût été tellement difficile dans le métal même, qu'une différence de chemin de deux ou trois pieds amenait un changement considérable. Il faut remarquer que le même fil de cuivre employé pour établir la communication, lorsqu'on avait ouvert le circuit entier quelque part, faisait à peine le même effet que la jonction immédiate des parties séparées.

Lorsqu'on mit en activité la partie du circuit la plus éloignée de la boussole, et qu'on établit une communication semblable, la déviation de l'aiguille diminua. D'ailleurs cette difficulté de la transmission n'a rien qui doive nous surprendre; car l'électricité excitée dans un circuit de conducteurs, par suite de leur contact, doit s'écouler à mesure qu'elle parvient à l'intensité nécessaire pour rompre l'obstacle que ces conducteurs lui opposent. Ainsi, cette électricité n'arrivera jamais à une intensité suffisante pour pénétrer avec une grande facilité le conducteur; mais elle constituera un courant aussitôt que le circuit ne lui opposera plus l'obstacle d'une



isolation très-considérable. Il est aussi facile de voir que la quantité de l'électricité développée par cette excitation continuelle qui a lieu dans les circuits doit être d'autant plus grande que le circuit est plus parfait conducteur. Ainsi, le circuit thermo-électrique donnera une quantité d'électricité incomparablement plus grande que celle qu'on pouvait tirer d'aucun autre appareil qu'on ait inventé jusqu'à notre temps. Si à l'aide des anciens circuits on a décomposé successivement l'eau, les acides et les alcalis, il n'est pas hors des limites de la vraisemblance qu'on parviendra, par le nouveau, à décomposer les métaux mêmes, et à compléter ainsi le grand changement qu'a commencé dans la chimie la pile de Volta.

## ON AN APPARENT PARADOXICAL GALVANIC EXPERIMENT

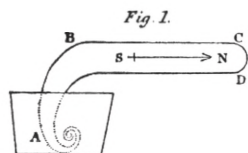
BY J. C. OERSTED

PROFESSOR OF CHEMISTRY AND NATURAL PHILOSOPHY IN THE UNIVERSITY OF  
COPENHAGEN, AND F. R. S. E. COMMUNICATED BY THE AUTHOR

(THE EDINBURGH PHILOSOPHICAL JOURNAL. CONDUCTED BY DR. BREWSTER AND PROFESSOR JAMESON.  
VOL. X. P. 205—207. EDINBURGH 1824)<sup>1</sup>

In a Memoir, published some months ago, by M. *Von Moll*,<sup>2</sup> at Utrecht,<sup>3</sup> this philosopher (already known from various experimental researches) describes an experiment, which, at first sight, appears to indicate a new class of galvanic phenomena.

I have submitted this experiment to an attentive examination. Fig. 1. is the apparatus of M. *Von Moll*. *ABCD* is a perpendicular



section of a plate of zinc, bent in such a way that its extremities touch, and form a closed circuit. *NS* is a magnetic needle, properly suspended. The part *A* of the circuit is plunged in acidulated water.

If any point of this circuit under the water be touched by a piece of brass, the motion of the needle indicates an electric current. In order to be certain that the metallic continuity was not interrupted by the interposition of a part of the fluid, I

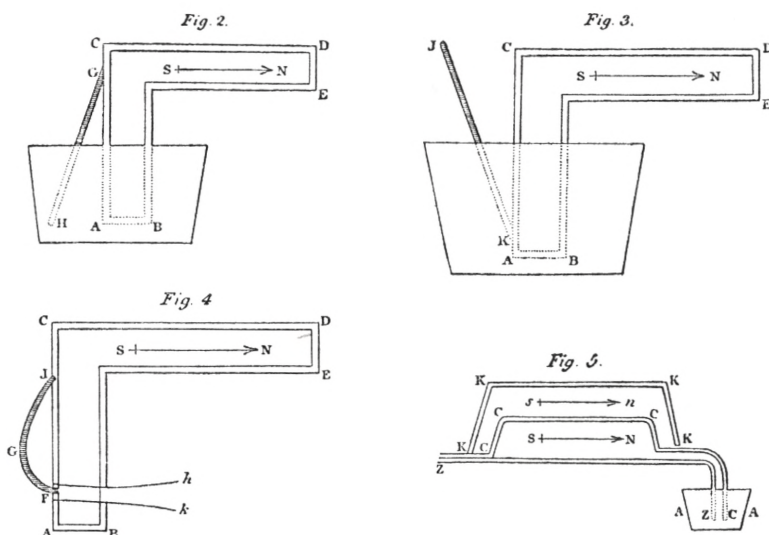
<sup>1</sup> [Among *H. C. Oersted's* papers a French rendering of the same essay has been found (parcel 23). No printed version has been discoverable.]

<sup>2</sup> [*o: Moll*].

<sup>3</sup> *Edinburgh Phil. Journal*, vol. ix. p. 167.

substituted for that in Fig. 1., the circuit  $A B C D E$ , Fig. 2., cut out of a plate of zinc. The effect described by the Dutch philosopher was produced by this circuit likewise; but I soon discovered that it was owing to the ordinary galvanic circuits, like that formed by the copper  $G H$ , the zinc  $G A$ , and the fluid between  $H$  and  $A$ , or, as in that in Fig. 3. formed by the copper  $J K$ , the zinc  $K C$ , and the fluid.

The contact of the copper and zinc above the water, or at the surface of the water, produces no effect. In order to make myself



sure that a collateral galvanic circuit was capable of producing such an effect on a homogeneous metallic circuit, I made the construction shewn at Fig. 4., in which  $A B C D E$  is the same homogeneous circuit as before, but  $J G F$  is an arch of copper, in contact with the zinc at  $J$ , and separated from it at  $F$  by a fold  $h k$  of paper wetted in acidulated water. In alternately opening and closing this circuit, I found that the needle moved as in the preceding cases. This construction may therefore be considered as composed of a galvanic circuit  $J G F J$ , and a conductor  $J C D E B A F$ , which transmits a current similar to that transmitted by  $J G F$ .

This explanation is confirmed by an experiment made with the construction represented in Fig. 5. in which  $ZZ$  is a plate of zinc,  $CCCC$  a plate of copper, and  $AA$  a vessel of acidulated water. When a magnetic needle is placed at  $NS$ , it is deflected according to the known laws; but, if to this circuit there be added the conductor  $KKK$ , a part of the electricity passes in it, and acts more



feebly on the needle, from being at a greater distance from it. The effect of the second conductor becomes more striking when the needle is placed at *ns*, and when (after having noted its deviation) the conductor *KKK* is added; because, in this case, the second conductor being above the needle, tends to give it a contrary deflexion to that given by the first conductor, which is below it. These experiments have the same result when *ZZ* is made of copper, and *CCC* of zinc.

On applying all this to the constructions in Figs. 2. and 3., we observe, that *CDEBA* is the same thing as the second conductor in Fig. 5. and that the current in the part *DE* (Figs. 2. and 3.) should have the same direction as in the part *CA* (to which it is parallel), in the same manner that the currents are similar in *CCC* and *KKK*, in Fig. 5. This being granted, we can determine the direction of the current in all the other parts of *CDEBA* (Figs. 2. and 3.), and experiments with the needle will confirm the predictions of the theory. In some experiments, M. *Von Moll* substituted a plate of zinc for the copper, with which he touched the zinc circuit, and produced electro-magnetic effects by these means also. This is likewise reducible to a collateral galvanic circuit; for I have proved, by experiments published two years ago, that a galvanic circuit may be made for a short space, by two plates of zinc and a liquid, provided that one of the plates be brought into contact with the liquid before the other.

---

# VERSUCHE, WELCHE BEWEISEN, DASZ DAS MARIOTTE- SCHE GESETZ FUER ALLE GASARTEN GELTE UND FUER ALLE GRADE DES DRUCKES, UNTER WELCHEN DIE GASE IN IHREM LUFTFOERMIGEN ZUSTANDE BEHARREN

VON H. C. OERSTED

---

(GELESEN IN DER KOENIGL. SOCIETAET ZU KOPENHAGEN)

(JOURNAL FUER CHEMIE UND PHYSIK, HERAUSGEGEBEN VOM DR. J. S. C. SCHWEIGGER UND DR. FR. W.  
SCHWEIGGER-SEIDEL. BD. 45. P. 352—367. HALLE 1825)<sup>1</sup>

Das sogenannte Mariotte'sche Gesetz,<sup>2</sup> dem gemäsz die Räume, welche eine gewisse Luft- oder Gasmenge einnimmt, im umgekehrten Verhältnisse stehen mit den Graden des Druckes, den sie erleiden, ist bisher nur bei sehr schwachen Druckgraden durch genaue Versuche bewiesen worden. Mehrere Gelehrten des ersten Ranges haben dieses Gesetz für jeden Druckgrad, als genau mit der Natur übereinstimmend, angenommen; andere, und unter diesen *Jacob Bernoulli* und *Euler*, hegten die Meinung, dasz die Räume in einer geringern Progression abnehmen, als in welcher der Druck gesteigert wird; nehmen wir endlich unsere Zuflucht zu der geringen Anzahl von Versuchen, welche mit ansehnlichen Druckkräften angestellt wurden, so scheinen die Raumverhältnisse in einer viel gröszern Progression abzunehmen, als in welcher der Druck wächst. *Sulzer*, ein ausgezeichnete deutscher Gelehrter, hat in den Schriften der Berliner Akademie Versuche bis zu einem Drucke von acht Atmosphären bekannt gemacht. *Robison*, ein sehr achtbarer englischer Gelehrter, hat ähnliche Versuche angestellt. Die von beiden erhaltenen Resultate finden sich in nachfolgender Tafel zusammengestellt.

---

<sup>1</sup> [Auf Englisch in: *Tilloch's Philosophical Magazin*. Vol. 68. P. 102—111. London 1826. *The Edinburgh Journal of Science*. Vol. 4. P. 224—34. 1826. — Dasselbe Thema wird behandelt in: *Det kgl. danske Videnskabernes Selskabs Oversigter*, 1824—25. P. 13—15. Kiøbenhavn. Sämtliche Aufsätze aus den »Oversigter« finden sich zu Ende dieses Bandes.]

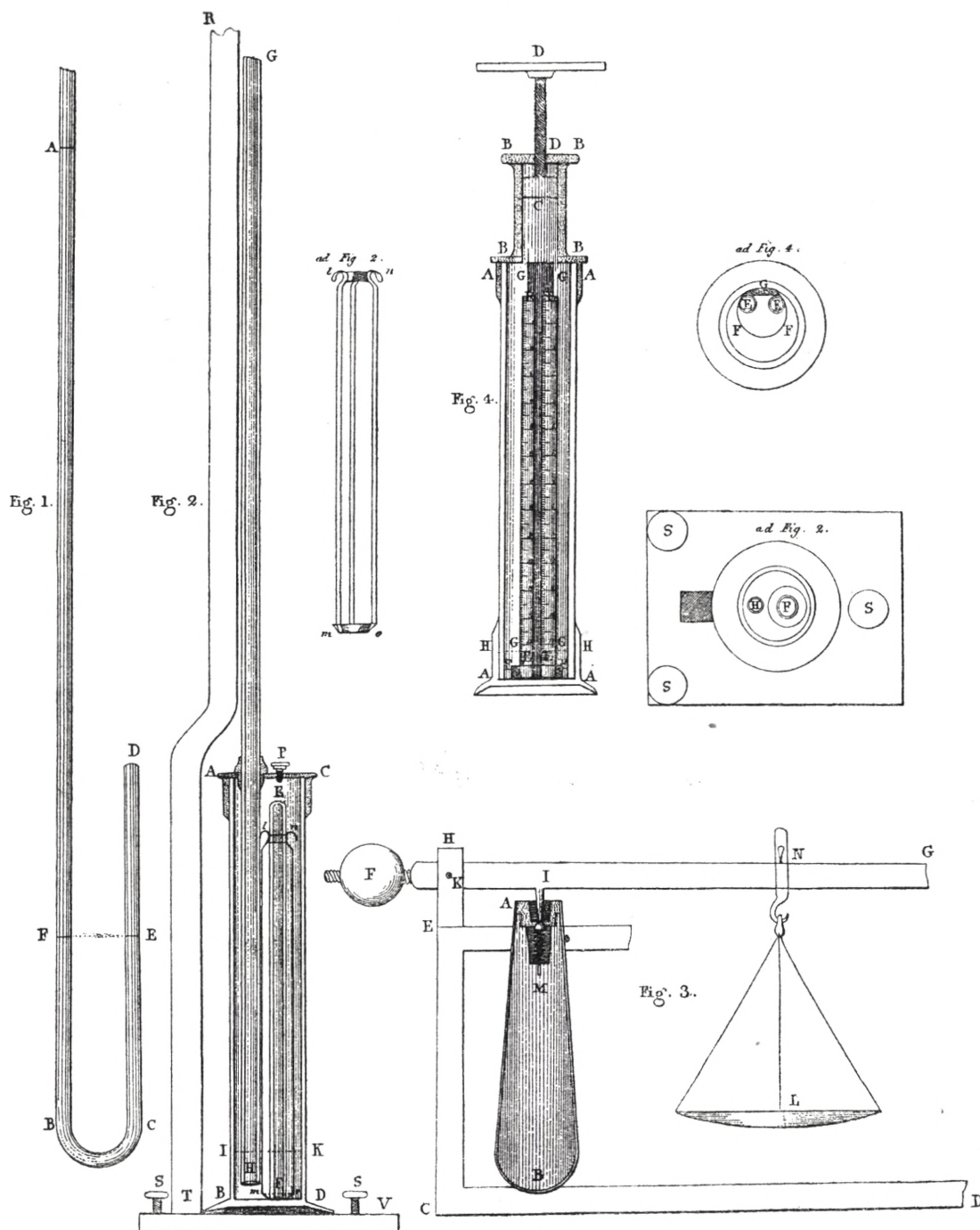
<sup>2</sup> Es ist bekannt, dasz dieses Gesetz zuerst abgeleitet wurde aus den Versuchen des berühmten *Boyle* von seinem Freunde *Richard Townley* [=: *Townley*]; aber da dessen Benennung nach *Mariotte* (der es zu gleicher Zeit durch eigene Versuche auffand) so allgemein gangbar ist, so bediene ich mich dieser, von der Zeit geheiligten, Benennung. O.



Sulzer's Versuche. (vollständigste Reihe.)		Robison's Versuche mit trockener Luft.	
Dichtigkeit	Drückende Kräfte	Dichtigkeit	Drückende Kräfte
1,000	1,000	1,000	1,000
1,091	1,076	2,000	1,957
1,200	1,183	3,000	2,848
1,333	1,303	4,000	3,737
1,500	1,472	5,500	4,930
1,714	1,659	6,000	5,342
2,000	1,900	7,620	6,490
2,400	2,241		
3,000	2,793		
4,000	3,631		
6,000	5,297		
8,000	6,835		

Capitain *Schwendsen*<sup>1</sup> und ich, im Begriff einige Untersuchungen über die Theorie der Windbüchse anzustellen, fühlten die Nothwendigkeit, vorher die Grösze der Ausdehnung des Mariotte'schen Gesetzes, als eines Fundamentalprincips, zu prüfen. Es ist bekannt, dasz der Apparat, dessen man sich gewöhnlich bedient, dieses Gesetz nachzuweisen, besteht aus einer gekrümmten Röhre *ABCD* Fig. 1, dessen einer Theil *DE* Luft enthält, und der andere *ABCE* Quecksilber, welches zum Einschlieszen und Zusammenpressen der Luft dient. Dieser Apparat hat mehrere Uebelstände; es ist schwer, den Theil *DE* der Röhre in gleiche Raumverhältnisse abzutheilen; dieser Theil wird durch den Druck in seinem Innern ausgedehnt, und man läuft Gefahr, den Apparat zu zerschmettern, wenn der Druck sehr beträchtlich wird. Diesem Unfalle zu begegnen, nimmt man Röhren von kleinem Durchmesser, was wiederum eine Reibung veranlaszt, welche ansehnlich genug ist, die Resultate merklich zu trüben. Um nun diese Uebelstände zu vermeiden, nahmen wir unsere Zuflucht zu einem Apparate, der, nach demselben Principe construirt, einen Theil meines Apparats zur Compression des Wassers ausgemacht hatte. Fig. 2. legt einen Verticaldurchschnitt dieses neuen Apparats vor Augen. *ABCD* ist ein sehr starker gläserner Cylinder, mit einem Deckel von Messing versehen. *EF* ist eine graduirte Glasröhre, getragen von einem eisernen Gestelle *lmno*, das an seinem untern Ende in eine gleichfalls eiserne Schaale übergeht, in welcher sich etwas Quecksilber befindet. Dieses verschlieszt die Röhre *EF*, ehe sie in die Quecksil-

<sup>1</sup> [o: Suenssen].



[Die Tafel ist der späteren dänischen Abhandlung entnommen. Sie ist in übrigen der Tafel  
in Schweigger's Journal identisch.]



bermasse eingetaucht wird, welche auf dem Boden des Cylinders ausgegossen ist. *IK* zeigt die obere Grenze des Quecksilbers an. *GH* stellt einen Theil einer sehr starken gläsernen Röhre dar, eingekittet in ein ausgehöhlttes Metallstück, an dessen äusserer Oberfläche Schraubenzüge befindlich sind, für eine im Deckel des Cylinders angebrachte Mutter. Es ist in diesem Deckel noch ein anderes Loch *P* vorhanden, das durch eine Schraube verschlossen werden kann, welche man in dieser Zeichnung an der genannten Stelle findet. *TV* ist ein hölzernes Fuszgestell, auf dem sich ein Stab *RT* erhebt, welcher der Röhre *GH* als Stütze dient. Die beiden ergänzenden Figuren, mit ad Fig. 2 bezeichnet, stellen, jene das Gestell *Imno*, diese den Querschnitt des untern Theiles des Apparats vor. Will man nun einen Versuch mit diesem Apparate anstellen, so schraubt man den Deckel *AC* ab, senkt die Röhre *EF*, mit wohl getrockneter Luft angefüllt, in dem Cylinder, schraubt den Deckel wieder auf und schlieszt ihn sorgfältig. Hierauf bringt man die Röhre *GH* gleichfalls an ihre Stelle, und mittelst eines Trichters, welchen man in die Oeffnung *P* einsetzt, füllt man den Cylinder mit Wasser an. Der Druck, welchen dieses ausübt, wird durch das Steigen des Quecksilbers in der Röhre *GH* gemessen. Man schlieszt endlich den Apparat durch die Schraube, welche in die Oeffnung *P* einpaszt, und gieszt nun in die Röhre *GH* Quecksilber, welches auch in der Röhre *EF* emporsteigt und die darin enthaltene Luft comprimirt. Der Abstand des Quecksilber-Niveaus in den Röhren *EF* und *GH* giebt, da beide gleichmässig graduirt sind, durch einfache Subtraction die Grösze der drückenden Kraft an. Die Röhre *EF* ist durchaus von fast gleichem Caliber, dennoch haben wir die der Theilung correspondirenden Räume durch sorgfältig abgewogene Quecksilbermengen von gleichem Gewichte genau bestimmt. Die Theilung der Röhre *GH* geht nur einige Zolle weit über den Cylinder hinaus, die anderen Abstände wurden, mittelst eines Maaszstabes, gemessen.

Um die Röhre *GH* für grosze Druckgrade von hinreichender Länge zu erhalten, fügten wir mehrere Glasröhren, jede von 7 Fusz Länge und sogar etwas darüber, mit Hülfe eiserner Schrauben, an einander. Der Versuch wurde stets auf der Treppenflur des Hauses angestellt, in welchem sich das physikalische Kabinet der Universität befindet; kein Gemach war hoch genug für die erforderliche Verlängerung der Röhre *GH*.

Wir haben mit diesem Apparate mehrere Versuche angestellt, welche mit dem Mariotte'schen Gesetz übereinstimmende Resultate gaben; aber nicht alle wurden mit gleich vollständigem Erfolge gekrönt: denn sehr schwer ist es zu erzielen, dasz alle verkitteten Fugen und Schrauben, so ansehnlichen Druckkräften ausgesetzt, dem durchdrängenden Quecksilber hinlänglichen Widerstand leisten.

Nur bei einem dieser Versuche, dessen Resultate wir sogleich mittheilen werden, konnten wir den Druck bis auf 8 Atmosphären steigern. Die in der Röhre *EF* enthaltene Luft war durch Chlorkalk wohl ausgetrocknet worden; der durch Quecksilber ausgemessene Rauminhalt der Röhre betrug 1054,8 Grammen bei 20° C.; der Druck der Atmosphäre war am Tage des Versuchs = 0,7578 Meter Quecksilberhöhe. Die nachfolgende Tafel zeigt das Wechselverhältnisz, welches wir zwischen der Compression der Luft und dem Drucke des Quecksilbers gefunden haben. Die erste Columme dieser Tafel enthält die Quotienten des ursprünglichen Volumens der Luft, dividirt durch die, von den Druckkräften in entsprechenden Graden verminderten, Raumgrößen derselben; die zweite drückt diese Kräfte in Zahlen aus, den Druck der Atmosphäre am Tage des Versuchs als Einheit angenommen; die dritte giebt die Unterschiede zwischen den verschiedenen Graden der Verdichtung und der drückenden Kräfte an; die vierte endlich zeigt das Verhältnisz jener Unterschiede zu den drückenden Kräften.

Dichtigkeiten	Drückende Kräfte	Differenzen	Differenzen, dividirt durch die drückenden Kräfte
1,000	1,000	0,000	0,0000
1,1052	1,1051	+ 0,0001	+ 0,0001
1,1676	1,1693	— 0,0017	— 0,0015
1,2736	1,2706	+ 0,0030	+ 0,0024
1,4744	1,4694	+ 0,0050	+ 0,0035
1,587	1,581	+ 0,006	+ 0,004
1,812	1,806	+ 0,006	+ 0,003
2,112	2,079	+ 0,033	+ 0,016
2,529	2,520	+ 0,009	+ 0,004
3,168	3,147	+ 0,021	+ 0,007
3,616	3,599	+ 0,017	+ 0,005
4,209	4,185	+ 0,024	+ 0,006
5,057	5,010	+ 0,047	+ 0,009
5,603	5,572	+ 0,031	+ 0,005
6,288	6,287	+ 0,001	+ 0,000
7,175	7,082	+ 0,093	+ 0,013
8,030	8,014	+ 0,016	+ 0,002



Es ist bei diesen Versuchen sehr schwierig, das Volumen der eingeschlossenen Luftsäule mit Genauigkeit zu bestimmen, weil sie unten von einer krummen Fläche begrenzt wird, deren Gestalt oft verschiedentlich abgeändert erscheint, je nach der Reibung, welche zwischen dem Quecksilber und dem Glase eintritt. Wir bemühten uns bei allen diesen Versuchen, den gekrümmten Theil nach dem Augenmaasse in zwei gleiche Raumgrößen abzutheilen; aber die Resultate beweisen, dass wir die eingeschlossene Luft zu gering geschätzt hatten. Ohne diesen Irrthum würden die Differenzen kleiner geworden, und die Zahlen würden theils größer, theils kleiner ausgefallen seyn. Uebrigens sind die Unterschiede so klein, wie es kaum zu erwarten stand von Versuchen, bei welchen man sich des Vernier's nicht bedienen kann.

Bei dem letzten Versuche z. B. betrug die beobachtete Höhe der Luftsäule 56,4 Millimeter; dem Mariotte'schen Gesetze gemäsz hätte sie 56,287 seyn müssen; der ganze Unterschied beträgt demnach nur 0,113 Millimeter, ein Irrthum, der bei ähnlichen Beobachtungen in der That ganz unvermeidlich ist. Bei dem vorletzten Versuche war die beobachtete Höhe der Luftsäule = 63,17 Millimeter, dem Mariotte'schen Gesetze gemäsz hätte sie = 63,99 seyn müssen. Diese Abweichung, die grösste, welche wir erhalten haben, steigt auf 0,82 Mm.; da sie sich aber zwischen zwei Beobachtungen befindet, die eine sehr geringe Abweichung darbieten, so wird sie dem allgemeinen Gesetze keinen Eintrag thun können.

Um die Zusammenpressung der Luft durch gröszere Kräfte zu erforschen, bedienten wir uns der Windbüchsen; unser König, dessen erleuchtete Groszmuth den Fortschritten der Wissenschaften so oft schon Vorschub geleistet hat, stellte alle zu dieser Untersuchung nöthigen Apparate zu unserer Verfügung. Bekanntlich dient das hintere Ende oder der Kolben bei dieser Art Gewehren als Behälter der comprimierten Luft. Dieser musz demnach ganz besonders stark seyn. Wir bestimmten zuerst den Rauminhalt desselben, indem wir ihn leer, und mit Wasser angefüllt, mit der Waage aufzogen. Hieraus konnte nun mit Leichtigkeit die Luftmenge bestimmt werden, welche ein solcher Behälter fassen konnte. Derjenige, dessen wir uns am häufigsten bedienten, faszte 0,891 Grammen Luft bei 0,76 Met. Quecksilberhöhe des Barometers. Ebenso waren wir im Stande, durch die Waage den Grad der Verdichtung zu bestimmen, welchen wir bei unseren Versuchen er

reicht hatten. Dieses Mittel zeigte sich hinlänglich genau, da die Waage, deren wir uns gewöhnlich bedienen, noch gegen 1 Centigramme empfindlich war. Es gelang uns, in einen der Kolben 101,2 Grammen Luft einzuzwängen, eine Menge, welche dem Drucke von 110,5 Atmosphären entspricht. Auch die Ausdehnung, welche der Druck von Innen auf den Behälter ausüben muszte, wurde in Betracht gezogen, und durch das Abwägen des leeren und mit Luft gefüllten Kolbens im Wasser bestimmt. Bei der Berechnung wurde nun angenommen, dass die verschiedenen Grade dieser Ausdehnung im Verhältnisse stehen mit den Luftmengen, welche eingebracht worden waren. Wenn der Behälter sich nicht ausgedehnt hätte, als 101,2 Grammen Luft hineingezwängt worden, so würde die Dichtigkeit derselben das 113,5fache der Atmosphäre betragen haben; aber die Ausdehnung des Behälters mit in Rechnung gezogen, stieg sie nur auf 110,5.

Die dritte Figur zeigt Art und Weise, wie wir unsere Versuche über die ausdehnende Kraft der in einen solchen Behälter zusammengedrückten Luft angestellt haben. *AB* bietet diesen Behälter, d. h. den Kolben einer Windbüchse dar; *CD* ist ein Brett mit einer aufrecht stehenden Latte *CE*; *EH* ist ein Stück Eisen, das an seinem obern Theile die Axe aufnimmt, um welche sich der Hebel *FG* dreht, der seinerseits durch das Gegengewicht *F* in Gleichgewicht erhalten wird. Bei *I* hat der Hebel einen Zahn, welcher auf das Ventil *M* des unterhalb desselben befestigten Kolben *MB* drückt. Ein Läufer *N*, mit einer daran herabhängenden Waagschaale *L*, dient dazu, die zum Oeffnen des Ventils erforderliche Kraft zu bestimmen. Da das Ventil durch eine Feder geschlossen wird, so prüften wir zuvörderst die Kraft, welche erfordert wird, das Ventil zu eröffnen, wenn die Dichtigkeit der eingeschlossenen Luft mit der äuszern übereinstimmt. Hierauf wurde der Behälter so stark als möglich geladen, und nachdem wir den Widerstand gemessen hatten, welchen die eingezwängte Luft gegen das Ventil ausübt, entleerten wir den Behälter nach und nach, indem wir fortwährend durch Waage und Gewicht die Menge der zurückbleibenden Luft, und durch den Apparat Fig. 3. die Expansionskraft derselben bestimmten. Es ist jedoch diese Art von Versuchen keiner groszen Schärfe fähig, weil das Ventil sich nicht immer gleichmässig schlieszt. Ist das Ventil mit Leder versehen, damit es vollkommener schliesze, so ist jene Ungleichmässigkeit sehr grosz; deszwegen



stellten wir eine andere Reihe von Versuchen mit einem ganz genau eingeschliffenen, stählernen Ventile an, wir konnten aber auf diesem Wege keine so ansehnliche Ladungen erhalten. Die Resultate beider Versuche haben wir in folgenden Tafeln zusammengestellt, deren erste Columme jedesmal die in den Kolben eingezwängte Luft angiebt, während die zweite dessen Verdichtung anzeigt, die dritte die zum Oeffnen des Ventils erforderliche Kraft, nach Abzug derjenigen, die wir vor der Ladung dazu anwenden muszten, und endlich die vierte den Druck der Atmosphäre, wie er sich aus der Grösze dieser Kraft, dividirt durch die Grade der Dichtigkeit ergibt.

TAF. 1.

Versuche mit dem Kolben, dessen Ventil mit Leder belegt war.<sup>1</sup>

Gewicht der eingeschlossenen Luft, in Grammen ausgedrückt	Dichtigkeiten, die der Atmosphäre = 1	Druck auf das Ventil, in Grammen ausgedrückt	Druck, dividirt durch die Dichtigkeit
1	1,122	812	725
2	2,243	1809	806
3	3,364	2552	758
4	4,484	3693	823
5	5,604	3495	784
6	6,723	5750	855
7	7,842	6693	853
8	8,960	6797	758
9	10,077	7711	764
10	11,193	8166	729
10	11,193	8434	753
10	11,193	8480	757
10	11,193	8445	754
10	11,193	8437	753

<sup>1</sup>[Aus einem Briefe von *Oersted* an *Hansteen* (28/9 1826) und aus *Oersted's* nachgelassenen Papieren erhellt, dass die Ueberschrift der angeführten Tafel fehlerhaft ist, da sie die Ergebnisse einer Versuchsreihe mit stählernem Ventile enthält, und dass eine ganz andere Tafel zu dieser Ueberschrift gehört; diese Tafel, zwischen *Oersted's* Papieren gefunden, ist die folgende:

Luftens Vægt	101,2	94,3	88,6	81,7	70,3	58,9	47,4	35,9	25,5
udgør Atmosfærer	110,5	103,19	97,08	89,69	77,41	65,06	52,52	39,94	28,42
Ventilen aabnedes ved et Tryk af Gram	87040	83910	74813	66085	57777	51455	44447	32834	25962
gør for 1 Atmosfære i Gram	781	806	763	728	736	779	832	804	888

Die Starrheit der Ventulfeder = 720 Gramm ist in der dritten Kolonne mit angegeben.]

## TAF. 2.

Versuche mit dem Kolben, dessen Ventil ohne Leder war.

Gewicht der eingeschlossenen Luft, in Grammen ausgedrückt	Dichtigkeiten, die der Atmosphäre = 1 gesetzt	Druck auf das Ventil, in Grammen ausgedrückt	Druck, dividirt durch die Dichtigkeiten
1	1,122	1269	1131
2	2,243	2368	1055
3	3,364	3388	1007
4	4,484	4751	1059
5	5,604	5750	1026
5	5,604	5620	1002
5,05	5,657	5790	1023
5,05	5,657	5800	1025
5	5,604	5730	1022
6	6,732	6871	1021
7	7,842	8113	1034
8	8,960	9344	1043
9	10,077	10375	1029
10	11,193	11440	1022
10,2	11,417	11725	1027
15	16,76	16766	1000
15,1	16,87	17243	1022
20	22,326	22988	1029
25,6	28,543	29253	1025
30	33,393	34197	1024
35,2	39,13	40232	1026
40,1	44,52	45633	1025
45	49,894	51641	1035
50	55,362	57467	1038
55	60,816	63102	1037
60	66,254	67798	1023

In der ersten Tafel ist die Mittelzahl 797, und man bemerkt, dass die Abweichungen von derselben keinesweges regelmässig sind. In der zweiten Tafel erhält man als Mittel 1027 (wenn man die erste Zahl als zu abweichend ausschlieszt) und man sieht, dass der grösste Theil der Zahlen sich nicht weit davon entfernt. Wie unvollkommen nun auch diese Versuche, ihrer Natur selbst nach, seyn mögen, so tragen sie doch mit dazu bei, den Beweis zu führen, dass die durch sehr grosse Kräfte hervorgebrachten Zusammenrückungen nach denselben Gesetzen geregelt sind, wie die von schwachen Druckkräften veranlaszten. Um aber zu entscheiden,



ob die Zusammenpressungen eines jeden beliebigen Gases dem nämlichen Gesetze entsprechen, so nahmen wir unsere Zuflucht zu solchen Gasarten, welche die Eigenschaft besitzen, sich bei einem Drucke von wenigen Atmosphären in tropfbare Flüssigkeiten umzuwandeln. Das schwefeligsäure Gas, welches nach *Faraday* bei dem Drucke von zwei Atmosphären tropfbar flüssig wird, schien uns das geeignetste zu dieser Art von Versuchen.

Zwei gleiche Glasröhren, die eine mit wohl ausgetrockneter schwefeliger Säure, die andere mit atmosphärischer Luft angefüllt, wurden in einer kleinen Quecksilberwanne aufgestellt und in einen Apparat gebracht, durch den man diese luftförmigen Stoffe einem angemessenen Druck aussetzen konnte. Das Ergebnisz war, dass beider Volumen auf stets gleichförmige Weise vermindert wurde, bis zu dem Augenblicke, wo die schwefelige Säure anfang in den tropfbar flüssigen Zustand überzugehen.

Ueber das Detail dieser Versuche fügen wir noch Folgendes hinzu.

AAAA (Fig. 4.) ist ein sehr starker Glaszylinder, der nämliche dessen ich mich zur Compression des Wassers bediene. Dieser Cylinder hat einen Deckel von Messing; auf diesem erhebt sich ein anderer BBBB, in welchen ein Stempel C durch das [sic!] des Schraubengewindes DD sich auf und abbewegen lässt. EEEE sind zwei gleiche, graduirte Röhren, deren untere Enden in einen kleinen eisernen Kübel FF eingesenkt sind. Dieser ist an dem Ende eines Glasstreifens GGGG befestiget, welcher zu gleicher Zeit dazu dient, die Röhren in senkrechter Stellung zu erhalten. Der Cylinder AAAA ist bis HH mit Quecksilber angefüllt. Man beginnt den Versuch mit Einfüllung der luftförmigen Stoffe in die beiden Röhren, stellt diese in den kleinen Kübel und befestigt sie an dem Glasstreifen GGGG. Hierauf bringt man den ganzen Apparat in den Cylinder AAAA, wodurch der Kübel in das Quecksilber versenkt wird, welches sich unterhalb der Linie HH befindet; sodann füllt man den Cylinder mit Wasser, setzt den Pumpencylinder BBBB auf, füllt diesen gleichfalls mit Wasser an, bringt endlich den Stempel in dieselbe ein und lässt diesen auf das eingeschlossene Wasser wirken. Das Wasser theilt den Druck dem Quecksilber mit, welches ihn seiner Seits auf die in den Röhren befindlichen gasförmigen Stoffe überträgt. Die ad Fig. 4. bezeichnete Abbildung stellt den Querdurchschnitt des untern Theils des Apparates dar.

Versuche mit zwei Röhren, die eine mit atmosphärischer Luft, die andere mit schwefeligsauerm Gas gefüllt. Die Temperatur war  $21\frac{1}{4}^{\circ}\text{C.}^1$

Schwefeligsaueres Gas	Atmosphärische Luft	Verdichtung der schwefeligen Säure	Verdichtung der atmosphärischen Luft	Differenzen
131,2	128,5	1	1	
128	125,33	1,0261	1,0259	+ 0,0002
122,4	120	1,0754	1,0768	— 0,0014
117,33	115	1,1229	1,1215	+ 0,0014
112	110	1,1750	1,1729	+ 0,0021
106,875	105	1,2302	1,2297	+ 0,0005
101,5	100	1,2937	1,2942	— 0,0005
96,3	95	1,3634	1,3644	— 0,0010
91,25	90	1,4396	1,4403	— 0,0007
86	85	1,5278	1,5257	+ 0,0021
80,75	80	1,6228	1,6228	0,000
75,5	75	1,7329	1,7311	+ 0,0018
70,6	70	1,8542	1,8539	+ 0,0003
65,6	65	1,9971	1,9974	— 0,0003
64,5	64	2,0310	2,0307	+ 0,0003
63,4	63	2,0649	2,0638	+ 0,0011
62,4	62	2,0976	2,0982	— 0,0006
61,3	61	2,1342	2,1336	+ 0,0006
60,3	60	2,1705	2,1702	+ 0,0003
59,25	59	2,2101	2,2082	+ 0,0019
58,2	58	2,2475	2,2474	+ 0,0001
57,16	57	2,2879	2,2874	0,0005
56	56	2,3356	2,3289	+ 0,0067
54,875	55	2,3835	2,3720	+ 0,0115
53,875	54	2,4279	2,4166	+ 0,0113
52,8	53	2,4798	2,4629	+ 0,0169
51,75	52	2,5317	2,5109	+ 0,0208
50,6	51	2,5831	2,5610	+ 0,0221
49,6	50	2,6488	2,6171	+ 0,0317
48,6	49	2,7008	2,6674	+ 0,0334
47,6	48	2,7595	2,7240	+ 0,0355
46,6	47	2,8207	2,7819	+ 0,0388
45,5	46	2,8886	2,8423	+ 0,0463
44,4	45	2,9556	2,9057	+ 0,0499
43,33	44	3,0240	2,9717	+ 0,0523
42,4	43	3,0974	3,0407	+ 0,0567
41,16	42	3,1733	3,1130	+ 0,0603
39,33	41	3,3186	3,1889	+ 0,1297
34,5	40	3,7796	3,2689	+ 0,5107
20,33	39	6,4890	3,3526	+ 3,1364

<sup>1</sup> [Druckfehler an mehreren Stellen in dieser Tafel und an einzelnen Stellen in den vorhergehenden sind nach Oersted's Originaltafeln korrigiert.]



Man sieht aus dieser Tafel, dasz die Unterschiede sehr unbedeutend sind, und dasz bald das eine bald das andere Gas eine gröszere Verdichtung erleidet, bis zu dem Drucke von 2,3 Atmosphären, wo sie gröszter werden, und wo das schwefeligsäure Gas eine fortwährend überwiegende Dichtigkeit zeigt. Bei einem Drucke von 3,2689 wird die Feuchtigkeit sichtbar, und von da fängt die Verdichtung an sich auf eine viel heftigere und entschiedener Weise zu äuszern. Vor diesem Zeitpunkte findet vielleicht eine schwache Liquefaction Statt in den Berührungsflächen des Gases mit den Wänden der Röhre und mit dem Quecksilber; denn der Contact mit einem heterogenen Körper scheint den Uebergang aus einem Aggregationszustand in den andern zu begünstigen, wie ich diesz in einer frühern Abhandlung über einige Versuche *Winterl's* nachgewiesen habe.<sup>1</sup>

Bei einigen Versuchen fanden wir dasz das Wasser zwischen dem Quecksilber und den Wänden der Röhre hindurchdrang. Wir begegneten diesem Uebelstande nachher dadurch, dasz wir das Ende jeder Röhre in einen messingenen Ring einkitteten, der sich mit dem Quecksilber amalgamirt und das Wasser verhindert hindurch zu schlüpfen.

Endlich haben wir noch das Cyanogen auf dem nämlichen Wege comprimirt und haben gefunden, dasz die Liquefaction dieses Gases anfängt, wenn die Luft auf  $\frac{1}{3,5}$  ihres Gewichtes zusammengepreszt worden, bei 23° Wärme und einem Barometerstande von 0,759 Quecksilberhöhe.

Es würde leicht gewesen seyn diese Versuche noch zu vervielfältigen, aber die welche wir so eben mitgetheilt haben, werden ohne Zweifel genügen, um zu beweisen, dasz die Compression der atmosphärischen Luft und der Gase im Verhältnisz stehe mit den drückenden Kräften, wie grosz diese auch seyn mögen; vorausgesetzt, dasz die Gase in ihrem luftförmigen Zustande beharren, und dasz der durch die Compression frei gewordene Wärmestoff wieder abgeleitet worden sey. Man sieht hieraus, dasz unsere Untersuchungen nur dazu gedient haben, die Meinungen der ausgezeichnetsten Gelehrten unserer Zeit in Bezug auf diesen Gegenstand zu bestätigen; aber da es noch immer Gelehrte gab, welche eine entgegengesetzte Meinung hegten, so haben wir die Bekanntmachung unserer Versuche für nicht ganz unnütz gehalten.

<sup>1</sup> *Gehlen's Journ. d. Physik und Chemie* 1806. Band 1. S. 276—89. [Diese Ausg. Bd. 1. P. 278.]

Die Compression tropfbar flüssiger Körper ist, so weit bis jetzt unsere Erfahrungen reichen, demselben Gesetze unterworfen; auch hier scheint Compression und Druckkraft im Verhältnisz zu stehen. Man kann daher annehmen, dasz die zu tropfbaren Flüssigkeiten umgewandelten Gase von Neuem anfangen dem nämlichen Gesetze zu folgen, welchem sie als Gase entsprachen. Auch ist es ziemlich wahrscheinlich, dasz die in feste Körper umgewandelten Flüssigkeiten jenem Gesetze unterworfen sind. Wenn sich diesz durch weitere Versuche bestätigt, so kann man sagen, dasz die Zusammenpreszung eines Körpers nur allein in den Uebergangsmomenten aus einem Aggregations-Zustand in den andern aufhöre sich nach jenem Gesetze zu regeln.

---

VORLAEUFIGE NOTIZ  
UEBER DIE DARSTELLUNG DES ARGILLIUM, DES  
CHLOR-ARGILLIUM UND CHLOR-SILICIUM  
VOM PROF. H. C. OERSTED

---

(AUS EINEM BRIEFE DES HERRN VERFASSERS AN DEN PROFESSOR SCHWEIGGER  
VOM 9. OCTOBER 1825)

(JOURNAL FUER CHEMIE UND PHYSIK. HERAUSGEGEBEN VON DR. J. S. C. SCHWEIGGER UND DR. FR. W.  
SCHWEIGGER-SEIDEL, BD. 45. P. 368. HALLE 1825)<sup>1</sup>

**B**ald werde ich Ihnen Nachricht geben über einige neue Versuche, wodurch es mir geglückt ist Chlor-Argillium darzustellen, und daraus das Argillium. Man erhält das Chlor-Argillium als eine flüchtige Substanz, wenn man trocknes Chlor über glühende, mit Kohle vermischte Thonerde, streichen lässt. Chlor-Silicium erhält man auf dieselbe Weise, nur musz hier die flüchtige Substanz stark abgekühlt werden. — Doch Nächstens mehr.

---

<sup>1</sup> [Dasselbe Thema ausführlicher behandelt in: Det kgl. danske Videnskabernes Selskabs Oversigter. 1824—25. P. 15—16. Kiøbenhavn. (Sämtliche Aufsätze aus »Videnskabernes Selskabs Oversigter« finden sich zu Ende dieses Bandes.) — Mittheilung über dasselbe Thema in: Magasin for Naturvidenskaberne Bd. 5. P. 176. Christiania 1825 und in: *Poggendorffs Annalen der Physik und Chemie*. Bd. 5. P. 132. Leipzig 1825.]



# BIDRAG TIL AT UDFINDE LOVEN FOR LEGEMERNES SAMMENTRYKNING

AF PROFESSOR H. C. ØRSTED

---

(DET KONGELIGE DANSKE VIDENSKABERNES SELSKABS NATURVIDENSKABELIGE OG MATHEMATISKE AFHANDLINGER. ANDEN DEEL. P. 289—324. KJØBENHAVN 1826)<sup>1</sup>

---

## FORERINDRING

At man ved Tryk kan tvinge et Legem til at indtage et mindre Rum, og at dets Dele atter, naar Trykket har ophørt, kunne vende tilbage til deres forrige Stilling, er en Naturvirkning, hvis Mærkværdighed glemmes over dens daglige Forekomst, men hvori Legemlighedens Væsen paa det meest umiddelbare yttres sig. Det er ikke min Hensigt her at forøge de mangfoldige Granskninger, man har vovet over denne Egenskabs Aarsag eller indvortes Natur; men derimod vil jeg stræbe at give et Bidrag til Kundskaben om dens Virkemaade. Det synes at den i alle Legemer er underkastet een Lov, at nemlig Sammentrykningen forholder sig som de sammentrykkende Kræfter. Matematikerne have allerede længe forudsat at denne Lov gjelder for alle svage Sammentrykninger; men mine Forsøg have viist mig, at den har en Omfatning, man ikke før syntes at formode. Det er disse Forsøg jeg her vil fremsætte, ikke efter den Tidsorden, hvori de ere iværksatte, men efter den Følge hvori de bedst oplyse hinanden.

---

## LUFTENS SAMMENTRYKNING

Den efter *Mariotte* benævnte Lov, at en Luftmasses Rumfang forholder sig omvendt som de sammentrykkende Kræfter, har hidindtil ikke været beviist ved nøiagtige Forsøg, undtagen for ringe Sammentrykninger. Hvorvidt den ogsaa gjeldte for de større, kunde endnu være Tvivl underkastet. Nogle Matematikere og Physikere af første Rang have vel antaget, men ikke beviist dens Gyldighed for enhver Sammentrykning, som en Luft kunde under-

---

<sup>1</sup> [Paa Smudstitelbladet staar: Vid. Sels. phys. Skr. II Deel 1823., men dette Aarstal kan ikke være Trykkeaar for Afhandlingen, da Ø. i et Brev til *Hansteen* af <sup>28</sup>/<sub>5</sub> 1826 omtaler, at denne Afhandling, der længe har været færdigskrevet, nu endelig er trykt. — Findes ogsaa i: Magasin for Naturvidenskaberne. Bd. 7. P. 253—89. Christiania 1826.]

kastes; andre derimod, og deriblandt *Jacob Bernoulli* og *Euler* have formodet at Luftens Rumfang aftager i et noget ringere Forhold end de trykkende Kræfter voxe; tage vi endeligen Tilflugt til det lidet Antal af Forsøg, hvori man har udsat Luften for betydelige sammentrykkende Kræfter, saa synes dens Rumfang at aftage i et stærkere Forhold end de trykkende Kræfter voxe. Den skarp-sindige Tydske Gransker *Sulzer* har i det Berlinske Academies Afhandlinger bekjendtgjort Forsøg, der gaae indtil et Tryk af 8 Atmosphærer, og som give dette Udfald. Vel stræber han at bortforklare sine Forsøgs Afvigelse fra den Mariottiske Lov; men ved Forudsætninger, der ingenlunde sætte os i Stand til at berigtige Forsøgene ved Beregning. Den indsigtfulde Edinburgher Physiker *Robison* har i sine langt senere Forsøg faaet det samme Forhold. De to følgende Tabeller fremstiller os Udfaldene af nogle blandt deres fornemste Forsøg, hvorfra de øvrige ikke væsentligen afvege.

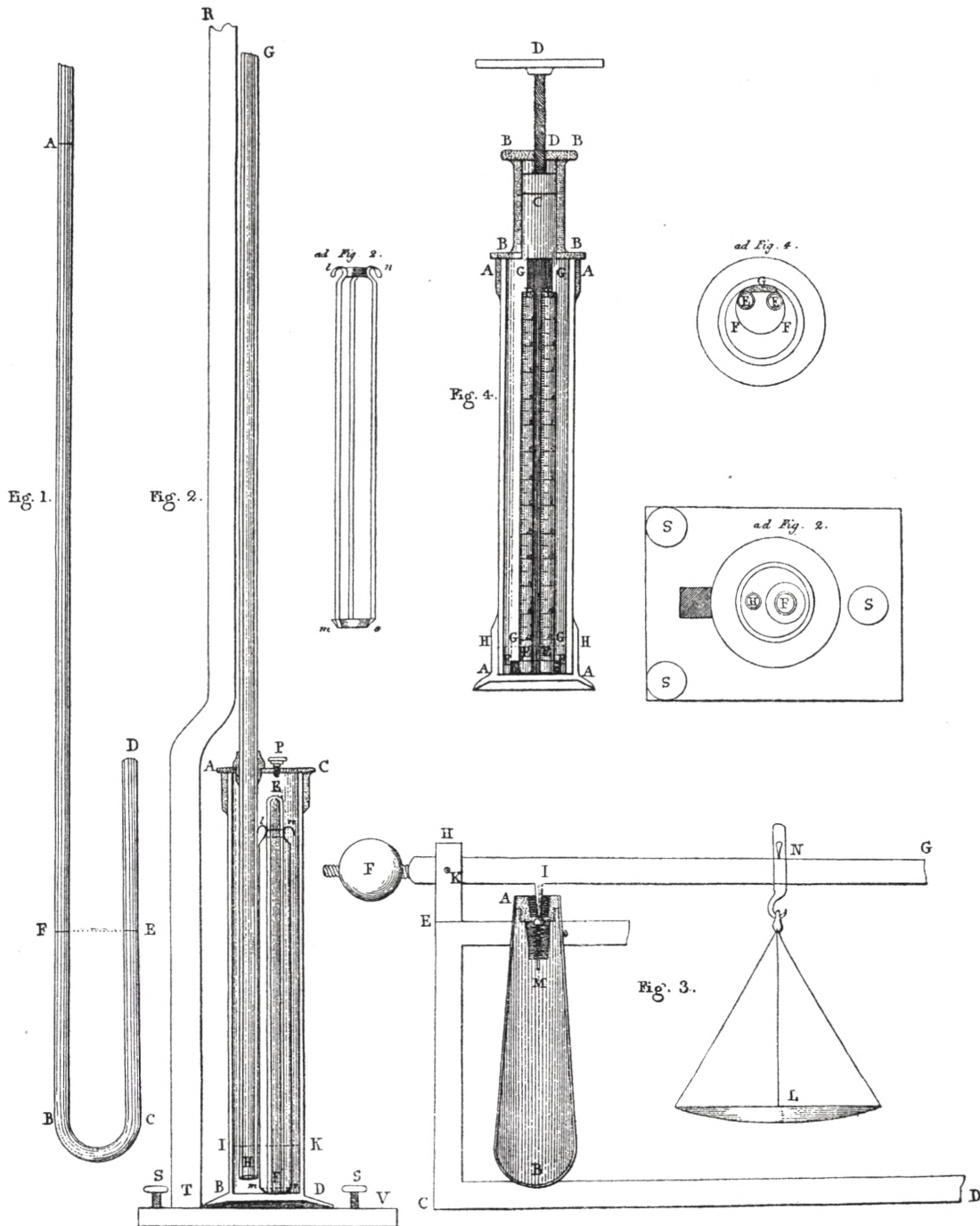
Sulzers Forsøg		Robisons Forsøg	
Fortætning	Trykkende Kræfter	Fortætning	Trykkende Kræfter
1,000	1,000	1,000	1,000
1,091	1,076	2,000	1,957
1,200	1,183	3,000	2,848
1,333	1,303	4,000	3,737
1,500	1,472	5,500	4,930
1,714	1,659	6,000	5,342
2,000	1,900	7,620	6,490
2,400	2,241		
3,000	2,793		
4,000	3,631		
6,000	5,297		
8,000	6,835		

I disse Forsøg, der ikkun ere Prøver tagne af flere forskjellige Rækker, finder man Regelfølgksomhed nok, for at sætte dem imod alle hidindtil fremførte Slutninger, hvorefter man kunde synes berettiget til at antage den Mariottiske Lovs Gyldighed for alle Grader af Lufttryk. Man kunde endog af disse Forsøg fristes til at troe at det Fortætningspunkt, hvorved Luften gaaer over til Vædske, maatte ligge temmelig nær, og være opnaaeligt ved trykkende Kræfter, som vi let kunde tilveiebringe. Da jeg i Sommeren 1824 forenede mig med Capitain *v. Suensson* af det Kgl. Ingenieurcorps for at iværksætte nogle Forsøg over Vindbøssens Theorie, maatte



Loven for Luftens Sammentrykning være den første Gjenstand, der kom til Undersøgelse. Det er i Selskab med denne indsigtfulde Officier at alle de Forsøg, der i nærværende Afdeeling skulle beskrives, ere udførte.

Som bekjendt bestaaer det Redskab, hvoraf man hidindtil fornemmeligen har benyttet sig, til Forsøg over Luftens Sammentrykning, i et bøiet Rør  $ABCD$  Fig. 1 hvis kortere Green,  $DC$ , for oven er lukket, den længere  $AB$  derimod er aaben. I det man spærrer og sammentrykker den i Rørets kortere og lukkede Deel sig befindende Luft med en Qviksølvmasse,  $ABCE$ , kan man, ved at sammenligne Længden af Luftmassen  $DE$  med dens forrige Længde bedømme Rumfangets Formindskning, ligesom man ved at maale Qviksølvsøilen  $AF$  finder hvor stort det Tryk er, som den indspærrede Luft bærer, foruden Atmosfærens Tryk, der baade før og efter Qviksølvsøilens Tilkomst virker derpaa. Denne Indretning har adskillige Feil. Det er meget vanskeligt at inddele det korte Rør i Dele af lige Rumhold, da slige Rør ei letteligen træffes saa ensformig vide, at man opnaaer denne Hensigt ved at afsætte lige lange Dele derpaa. Vælger man et Rør med en nogenlunde stor Vide, saa udholder det intet betydeligt indvortes Tryk; bruger man da, som man nødes til, et snævrere Rør, saa udgjør den lille Andeel af Luft, der altid lægger sig imellem Glasset og Qviksølvet, langt mere, i Sammenligning mod Luftens Rumfang, end naar man anvender tilstrækkeligt vide Rør, og Gnidningsmodstanden mellem Qviksølvet og Glasset er forholdsviis langt betydeligere, saa at en liden Rystning kan frembringe Forandringer i Qviksølvsøilens Stilling, over hvilke man ei kan holde Regnskab. I alle Tilfælde udvider Glasrøret sig ved det Tryk det modtager indenfra. For at undgaae disse Kilder til Feil, benyttede vi det i Fig. 2 afbildede Redskab, hvor Luften er indspærret i et foroven tilsmeltet Glasrør, der indsluttes i en stærk Glas cylinder, som forneden indeholder Qviksølv til Luftens Spærning, men iøvrigt Vand. Naar man nu tilveiebringer et afmaalt Tryk paa Vandet, saa gaaer samme derfra over til Qviksølvet, som atter virker paa Luften. Paa denne Maade kan man anvende et vidt Glasrør, der ikke behøver at være tykt i Glasset, da det modtager lige meget Tryk uden og inden fra. En Indretning bygt paa samme Grundsætning havde jeg allerede tidligere brugt til Vandets Sammentrykning, og den vil i følgende Afsnit vorde beskrevet.





Det Nærmere af den til Forsøget brugte Indretning vil sees af det i Figuren fremstillede Gjennemsnit. *ABCD* er en Cylinder af stærkt Glas, oven forsynet med en stærk Messingring, hvorpaa kan skrues et Laag. *EF* er et inddeelt oven tilsmeltet Glasrør af omtrent 6 Liniers Tvermaal og henimod  $1\frac{1}{2}$  Fods Høide. Endskjønt det vi benyttede var temmelig nær lige vidt overalt, bestemte vi dog de smaa Uligheder ved Veiningen af det Qviksølv, Delene kunde modtage. Røret *EF* holdes i sin lodrette Stilling ved en Jernramme *lmno*, hvis nederste Deel er en liden Jernskaal, der kan indeholde det Qviksølv som udkræves til at spærre Rørets Munding naar det skal bringes ud eller ind. Cylinderens inderste Deel er fyldt med Qviksølv til henimod et Par Tommers Høide; Linien *IK* forestiller dets Grændse. *GH* forestiller et stærkt og  $\frac{1}{2}$  Tomme vidt, i begge Ender aabent Glasrør, som er indkittet i en Metalring, der udenpaa bærer Skruegange, ved hvis Hjælp det kan fastskrues i en dertil anbragt Huulskrue i Laaget. Endnu findes i Laaget en anden og mindre Aabning, der kan lukkes ved Hjælp af en Skrue *P*, som her er afbildet paa sit Sted. *TV* er en Fod af Træ, hvorfra opstiger en Stang, hvis nederste Deel *RT* ikkun her er afbildet. Foden kan stilles ved tre Skrueer hvoraf kun to kunde vises i Gjennemsnittet, og ere betegnede med *S*. Jernrammen *lmno* vises forstørret i en Tillægsfigur til Fig. 2. I en anden Tillægsfigur vises et Tværsnit af Cylinderens nederste Deel, og hvad deri indeholdes; hvortil kommer Foden.

Naar man vil iværksætte Forsøget, udtørres man forud Luften i Røret *EF*. I denne Hensigt stiller man først Røret saaledes i Rammen, at Mundingen ikke er spærret af Qviksølvet i den dermed forbundne Skaal; og derpaa bringer man Rammen med Røret i en Cylinder, der indeholder vandfrit Chlorkalkær (saltsur Kalk). Naar Udtørningen er fuldendt skydes Røret, ved en forud truffen passende Indretning, saa dybt ned at Mundingen er spærret. Efter at Laaget er skruet af Cylinderen, bringes Rammen med Røret deri, saaledes at det nu ogsaa spærres af Qviksølvet i Cylinderens nederste Deel, hvorpaa Laaget atter paaskrues, saa fast som muligt. Paa det at alt kan slutte desbedre, lægges mellem Laagets og Ringens Rand en Læderring, gennemtrukken med en Blanding af Vox og Therpentin. Lignende Læderringe anbringes ved de øvrige Skrueer. Naar Laaget er paasat, indskrues man ogsaa Røret *GH*, hvorpaa man, gennem Aabningen ved *P*, fylder hele Cylinderen

med Vand. Allerede dette Tryk virker gennem Qviksølvet paa Luften i Røret  $EF$ . Paa samme Tid driver Vandets Tryk Qviksølvet lidet op i Røret  $GH$ . Overskuddet af Qviksølvet Høide i dette over den der iagttages i hiint giver her, og i det Følgende det Tryk, som foruden det udvortes Lufttryk virker paa den indspærrede Luft. Iagttagelsen lettes meget derved at den nederste Deel af Røret  $GH$ , ligesaavel som hele  $EF$  er inddeelt i Linier. Naar Cylinderen er fyldt med Vand, og den første Iagttagelse gjort, lukkes Aabningen  $P$  ved sin Skrue. Derpaa indholder man efterhaanden Qviksølv i Røret  $GH$ , og iagttager Høiderne i begge Rørene. Røret  $GH$  er kun inddeelt til nogle Tommer over Laaget, de øvrige Qviksølvhøider maatte maales ved Maalestok.

For at faae Røret  $GH$  langt nok til store Tryk, maatte vi sammensætte det af flere. Hvert var omtrent 7 Fod langt, og de forenedes ved stærke Jernskruer. Ingen Stue var høi nok til dette Forsøg; vi maatte derfor udføre det i det Rum, som omgives af Trappen, ved Universitetets Instrumentsamling. Cylinderen sættes paa et stærkt Bord, og Trappen tjente som Stige ved Udførelsen af Forsøget.

Vi have med dette Redskab foretaget adskillige Rækker af Forsøg; men ikke alle lige fuldstændige, da det er meget vanskeligt at faae Kitningerne og Skruerne tætte nok til at udholde de høie Tryk. Kun eengang lykkedes det os, at bringe dem til at udholde Trykket af 8 gange Qviksølvhøiden i Barometeret, som under Forsøget var 335,93 franske Linier.

Den følgende Tavle viser de Forhold vi have fundet mellem Luftens Sammentrykning og de trykkende Kræfter. Den første Rad viser Rumformindskningen, eller det Rumfang af Luft hvormed vi begyndte, divideret med det Rumfang, hvortil det ved hvert Tryk sammentrængtes. Den anden Række giver Trykkene i Qviksølvhøider, saaledes at den Qviksølvsøile, som Atmosfæren bar, 335,93, betragtes som Eenhed. Den tredie fremstiller Forskjellene mellem Sammentrykningernes og de trykkende Kræfters Forholdstal; den fjerde endeligen viser Forholdet mellem disse Forskjeller og de hele Størrelser, hvortil de høre.



Rumfangets Formindsk- ning	Trykkene	Forskjel mel- lem Fortæt- ningerne og Trykkene	Forskjellernes Forhold til Hovedstørrel- serne
1,0000	1,0000	0,0000	0,0000
1,1052	1,1051	+ 0,0001	+ 0,0001
1,1676	1,1693	— 0,0017	— 0,0015
1,2736	1,2706	+ 0,0030	+ 0,0024
1,4744	1,4694	+ 0,0050	+ 0,0035
1,587	1,581	+ 0,006	+ 0,004
1,812	1,806	+ 0,006	+ 0,003
2,112	2,079	+ 0,033	+ 0,016
2,529	2,520	+ 0,009	+ 0,004
3,168	3,147	+ 0,021	+ 0,007
3,616	3,599	+ 0,017	+ 0,005
4,209	4,185	+ 0,024	+ 0,006
5,057	5,010	+ 0,047	+ 0,009
5,603	5,572	+ 0,031	+ 0,005
6,288	6,287	+ 0,001	0,000
7,175	7,082	+ 0,093	+ 0,013
8,030	8,014	+ 0,016	+ 0,002

I de ved disse Forsøg forefaldende Iagttagelser, møder man en egen Vanskelighed i nøiagtigen at bestemme den indsluttede Lufts nederste Grendse. Det begrændsende Qviksølvs Overflade er nemlig hvelvet, men ikke altid lige stærkt. Man har under Iagttagelserne søgt at inddele Hvelvingen efter Øiemaal i to Dele af lige Rumfang; men Forsøgenes Udfald vise noksom, at man har taget den øverste Halvpart for liden, eller med andre Ord tillagt Luften for lidet deraf. Uden denne Feil vilde Forskjellene været blevne mindre, og have vexlet mellem + og —. Dette fraregnet ere Forskjellene saa smaa, som man kunde vente dem i slige Iagttagelser, hvor man ingen Nonius kan bruge. Luftsøilens Længde var f. Ex. i det sidste Forsøg 25 Linier; havde den været antaget  $\frac{1}{20}$  Linie længere, saa var Rumfanget =  $\frac{1}{500}$  større, følgelig var Afvigelsen bortfalden. I det næstsidste Forsøg, hvor Afvigelsen var størst, var Luftsøilens Længde 28 Linier. Her beløber sig Feilen til 0,36 Linie; men da denne Iagttagelse ligger mellem to Andre, hvis Afvigelser ere meget ringe, saa sees det let, at den ikke giver Anledning til nogen Indvending mod den almindelige Lov.

For at undersøge Luftens Sammentrykning ved større Kræfter, have vi gjort Brug af Vindbøssekolber. *Hans Majestæt Kongen*, hvis oplyste Kjærlighed til Videnskaberne altid opmuntrer og

understøtter deres Dyrkere, havde den Naade, dertil at bevillige Brugen af sine egne, fortreffelige Vindbøssekolber og Ladningsmaskine, hvortil endnu kom Laanet af en stor og dog meget fin Vægtskaal fra Frederiksværk. Vi begyndte med at bestemme hvor meget Vand en saadan Kolbe kunde optage; hvorefter vi beregnede Mængden af den Luft den indtog i sin naturlige Ligevægt med Atmosfæren. Den Kolbe, hvoraf vi især gjorde Brug, indeholdt 0,891 franske Grammer Luft, ved et Tryk af 336,9 Liniers Qviksølvhøide. Vi vare da i Stand til ved Veininger at bestemme Tætheden af den Luft vi indbragte i Kolben. Dette Middel havde al ønskelig Nøiagtighed, da vor Vægtskaal allerede gav Udslag ved et Centigram. Det er lykket os at drive Fortætningen indtil den Grad, at Luften i Kolben veiede 101,2 Grammer, altsaa mere end  $\frac{1}{5}$  Pund Dansk Handelsvægt. Ved denne Leilighed var Luften fortættet mere end 110 Gange. Ved disse Forsøg havde man taget Hensyn paa den Udvidelse Kolben leed ved det indvortes Tryk. Denne Udvidelse fandt man ved at undersøge hvormeget Kolben, saavel i den uladte, som den ladte Tilstand tabte ved at veies i Vand. Ved Beregningerne forudsat man, at Udvidelsen forholdt sig som Trykket, der atter forudsættes at forholde sig som den indpompede Luftmængde. Beregningen gav da at Luften i det nysnævnte Forsøg kun var sammentrykket til et  $110\frac{1}{2}$  Gange mindre Rum, uagtet Kolben indeholdt  $113\frac{1}{2}$  Gang saa megen Luft, som den der i ufortættet Tilstand kunde indeholdes deri. Ved denne Beregning har man vel forudsat Rigtigheden af den Lov, hvis Almindelighed skulde bevises; men den hele Udvidelse, hvorom her handles er saa liden, at om man end aldeles forsømte den derfor iværksatte Rettelse, vilde Tallene dog ikke meget afvige fra den antagne Lov. Den Spændkraft som vi, i vore Beregninger have tillagt den sammentrykte Luft, kan da ikke afvige saa meget fra Sandheden, at Rettelsen derved kjendeligen kunde forandres.

Fig. 3, viser den Indretning vi benyttede for at maale den indpompede Lufts Spændkraft. *AB* er en Vindbøssekolbe, *CD* et Bredt, *CE* en Opstander, *EH* er en Gaffel af Jern, som i *K* modtager en Axe, hvorom en inddeelt Vægtstang *FG* dreier sig. Denne Vægtstang holder, naar den er ubelæsset, sig selv i Ligevægt, formedelst Massen *F*. Ved *I* har Vægtstangen en Stift, hvorved den kan trykke paa Sperrklappen *M*. Vægtskaalen *L* bæres af en Tap *N*, der kan rykkes frem eller tilbage, for at opdage Størrelsen af det Tryk der



udkræves til at aabne Sperrklappen. Da denne ikke blot holdes ved Luftens Tryk, men ogsaa ved en Fjeder, saa forsøgte vi hvormegen Kraft udfordredes til at aabne den, førend det indvortes Lufttryk var gjort større end det udvortes. At Vægten af Vægtskaalen med Tilbehør var bestemt før Forsøgene, behøver vel neppe at nævnes.

Forsøgene iværksattes nu saaledes, at man først indpompede en betydelig Mængde Luft i Kolben, og bestemte Vægten deraf, hvorpaa man forsøgte den fortættede Lufts Spændkraft ved Hjælp af den nysbeskrevne Indretning. Man udlader derpaa efterhaanden nogen Luft, bestemmer hvergang ved Vægt hvor meget der bliver tilbage, og udfinder formedelst det omhandlede Redskab hvor stor Spændkraft den endnu har. Denne Art af Forsøg tillader ikke den Grad af Nøiagtighed, som de foregaaende, fordi Sperrklappen hverken altid lægger sig fuldkomment eensformigt til Aabningen, eller modtager Trykket saa fuldkomment lodret, som Hensigten kræver. Naar Sperrklappen er forsynet med Læder, er Uensformigheden meget stor; vi have derfor udført en Række af Forsøg med en tilsleben Sperrklap af Staal, men vi have da ikke været i Stand til at tilvejebringe saa store Ladninger, sandsynligviis fordi det heftige Stød Sperrklappen ved Indpompningen erholder, under de meget høie Grader, formindske dens Evne til at slutte. Da den første Række af Forsøg frembyder betydelige Afvigelser, ville vi her henstille den anden, uagtet den ikkun gaaer til 60 Atmosphærens Tryk. I hosføiede Tavle viser den første nedstigende Rad Vægten af den indpompede Luft, den anden Fortætningen, den tredie Kraften, som udkrævedes til at aabne Sperrklappen, den fjerde Atmosphærens Tryk, beregnet af hvert Forsøg, ved at dividere denne Kraft med Fortætningen. Middeltallet er her 1027; og naar man forkaster det første Tal, som alt for afvigende, seer man at de øvrige ikke bortfjerne sig meget derfra.

Luftens Vægt	Fortætnings- graden	Trykket som aabnede Sperrklappen	Trykket divi- deret med Fortætnings- graden
1	1,122	1269	1131
2	2,243	2368	1055
3	3,364	3388	1007
4	4,484	4751	1059
5	5,604	5750	1026
5	5,604	5620	1002
5,05	5,657	5790	1023
5,05	5,657	5800	1025
5	5,604	5730	1022
6	6,732	6871	1021
7	7,842	8113	1034
8	8,960	9344	1043
9	10,077	10375	1029
10	11,193	11440	1022
10,2	11,417	11725	1027
15	16,76	16766	1000
15,1	16,87	17243	1022
20	22,326	22988	1029
25,6	28,543	29253	1025
30	33,393	34197	1024
35,2	39,13	40232	1026
40,1	44,52	45633	1025
45	49,894	51641	1035
50	55,362	57467	1038
55	60,816	63102	1037
60	66,254	67798	1023

Saa ufuldkomne disse Forsøg end ifølge deres Natur maa være, saa bidrage de dog til at fuldstændiggjøre Beviset for den Lov, at Luftens Sammentrykning i alle Tilfælde forholder sig som de sammentrykkende Kræfter. Imidlertid fordrede Fuldstændigheden endnu, at man forfulgte Luftens Sammentrykning lige indtil det Punkt hvor det gaaer over til en Vædske. Vi maatte hertil vælge Luftarter, hvis Overførelse til Vædske ikke udfordre altfor store Kræfter. Vi valgte først dertil Svovelsyre, som efter *Faradays* Forsøg allerede sammentrykkes ved 2 Atmosphærens Tryk. Vi fyldte da to ligestore og inddeelte Rør, det ene med vel udtørret Svovelsyrning, det andet med tør atmosfærisk Luft. Man indbragde dem derpaa i et Redskab, hvor man kunde udsætte dem for et lige Tryk. Forsøgene viiste da at begge Luftarter leed en lige Fortætning, indtil Svovelsyrningen begyndte at gaae over til Vædske-



tilstanden. Redskabet, som benyttedes til disse Forsøg vises i Fig. 4. *AAAA* er en meget stærk Cylinder af Glas, den samme, hvoraf jeg benytter mig i mine Forsøg til Vandets Sammentrykning. Cylinderen er forsynet med et vel paakittet Messinglaag, med en Aabning, hvorpaa et Pomperør, *BBBB* kan indskrues. Dette er forsynet med et Stempel *C*, der hæves og sænkes ved en Skrue *DD*. Cylinderen *AAAA* er fyldt med Vand, og indeholder to Glasrør *EE*, *EE*, som staae i en liden Jernskaal *FF*, som tillige med Rørene ere befæstede til en Glasstrimmel *GGGG*. Cylinderen *AAAA* indeholder Qviksølv op til *HH*. Man skjønner let Brugen af dette Redskab. Rørene fyldes først med de to Luftmasser, bringes derpaa med deres Munding i den med Qviksølv fyldte lille Jernskaal *FF*, og befæstes nu paa Glasstrimmelen *GGGG*; Glascylinderen *AAAA* fyldes med Qviksølv til *HH*, og Rørene bringes deri. Naar dette er skeet fyldes Cylinderen med Vand, Pomperøret paaskrues og fyldes ligeledes, og endeligen indbringes Stempelet, og Laaget til Pomperøret, hvori dens Skrue bevæger sig, paaskrues. Man lader nu Stempelet trykke paa Vandet, hvilket meddeler det til Qviksølvet, hvorfra det atter meddeles de indspærrede Luftmasser. Nedenstaaende Tavle viser Udfaldet af et Forsøg, der udførtes ved en Varmegrad af  $21\frac{1}{2}$  Grad Hundredeelning, og et Lufttryk af 28 Tommer. Den første Rad viser Svovelsyrlingens Rumfang, den anden Luftens, den tredie viser Svovelsyrlingens, den fjerde Luftens Sammentrykninger Forholdstal, den femte Forskjellene.

Man seer at Forskjellene ere kun lidet betydelige, og vexe mellem + og – indtil et Tryk af 2,3 Atmosphærer, hvor de vorde større, og stedse tiltagende. Ved 3,2689 vorder Fugtigheden synlig, og fra dette Punkt af skee Formindskningerne pludseligen. Mellem de to her nævnte Grændser, dannede der sig maaskee allerede nogen Vædske i Svovelsyrlingens Berøringsflade med Glasset, og Qviksølvet; thi Berøring med et fremmet Legem synes at begunstige Overgangen fra en Legemlighedsform til en anden, som jeg har viist i en Afhandling i *Gehlens Journal* d. Chemie 1806. B. 1. S. 276–289.<sup>1</sup>

Vi have gjentaget Forsøget med Svovelsyrling mangfoldige Gange, med lignende Udfald. Vi have ligeledes gjentaget det med Blaael (Kulqvælstof, Cyanogène) og fundet at det ved en Varme af  $23^0$  Hundredeelning, og ved et Lufttryk omtrent 28 Tommer Qviksølvhøide, blev bragt til Vædske tilstanden ved 3,5 Atmosphærens Tryk. Forsøg der bekræftede samme Lov ere blevne udførte med

<sup>1</sup> [Denne Udgave Bd. 1. P. 278]

Rumfang		Sammentrykningernes Forholdstal		Forskjellen
Svovelsyrlingens	Luftens	Svovelsyrlingens	Luftens	
131,2	128,5	1	1	
128	125,33	1,0261	1,0259	+ 0,0002
122,4	120	1,0754	1,0768	— 0,0014
117,33	115	1,1229	1,1215	+ 0,0014
112	110	1,1750	1,1729	+ 0,0021
106,875	105	1,2302	1,2297	+ 0,0005
101,5	100	1,2937	1,2942	— 0,0005
96,3	95	1,3634	1,3644	— 0,0010
91,25	90	1,4396	1,4403	— 0,0007
86	85	1,5278	1,5257	+ 0,0021
80,75	80	1,6228	1,6228	0,0000
75,5	75	1,7329	1,7311	+ 0,0018
70,6	70	1,8542	1,8539	+ 0,0003
65,6	65	1,9971	1,9974	— 0,0003
64,5	64	2,0310	2,0307	+ 0,0003
63,4	63	2,0649	2,0638	+ 0,0011
62,4	62	2,0976	2,0982	— 0,0006
61,3	61	2,1342	2,1336	+ 0,0006
60,3	60	2,1705	2,1702	+ 0,0003
59,25	59	2,2101	2,2082	+ 0,0019
58,2	58	2,2475	2,2474	+ 0,0001
57,16	57	2,2879	2,2874	0,0005
56	56	2,3356	2,3289	+ 0,0067
54,875	55	2,3835	2,3720	+ 0,0115
53,875	54	2,4279	2,4166	+ 0,0113
52,8	53	2,4798	2,4629	+ 0,0169
51,75	52	2,5317	2,5109	+ 0,0208
50,6	51	2,5831	2,5610	+ 0,0221
49,6	50	2,6488	2,6171	+ 0,0317
48,6	49	2,7008	2,6674	+ 0,0334
47,6	48	2,7595	2,7240	+ 0,0355
46,6	47	2,8207	2,7819	+ 0,0388
45,5	46	2,8886	2,8423	+ 0,0463
44,4	45	2,9556	2,9057	+ 0,0499
43,33	44	3,0240	2,9717	+ 0,0523
42,4	43	3,0974	3,0407	+ 0,0567
41,16	42	3,1733	3,1130	+ 0,0603
39,33	41	3,3186	3,1889	+ 0,1297
34,5	40	3,7796	3,2689	+ 0,5107
20,33	39	6,4890	3,3526	+ 3,1364

Ammoniaken, men Optegnelserne ere tilfældigviis forkomne. Da vi i vore Forsøg bemærkede, at Vandet trængte op mellem Glasset og Qviksølvet, forsynede vi Mundingerne af vore Rør med en paakittet Messingring, med hvilken Qviksølvet, hvori de vare neddyppede, amalgameredes. Herved dannedes ligesom en sammenhængende



Metalmasse, hvorigjennem Vandet ikke kan trænge. Vi have senere erfaret at *Daniell* har anvendt samme Grundsætning ved Barometeret. Det synes at han paa samme Tid som vi er falden paa denne Tanke.

#### VANDETS SAMMENTRYKNING

Om Vandet lader sig sammentrykke eller ikke, har i næsten to Aarhundreder udgjort en Gjenstand for Physikernes Forsøg. Det Meste af disse Undersøgelers Historie kan man samle sig af *Herberts Dissertatio de aquæ aliorumque nonnullorum fluidorum elasticitate. Viennæ 1773*, og *Zimmermann über die Elasticität des Wassers. Leipzig 1779*. Det være da her nok at bemærke, at de tidligere Forsøg af *Baco*,<sup>1</sup> af *Academia del Cimento*,<sup>2</sup> af *Boyle*, *Muschenbrock*<sup>3</sup> o. fl. indskrænkede sig for det meste til at fylde Metalkugler med Vand, og at presse eller banke disse saaledes at de forandrede deres Figur, og indsluttede mindre Rum end før. Disse Forsøg kunde efter deres Natur ikke give nøiagtige Resultater; men de viiste os dels den Mærkværdighed at Vandet udsvedte af Metallernes Porer, dels bemærkede nogle Physikere i disse Forsøg, at Vandet vedblev at udsvede efter at Trykket var ophørt; hvilket sidste dog ligesaa vel kunde tilskrives Metalkuglens Sammentrækning, som Vandets Gjenudvidelse, men egentligen har været en Følge af begge. *Nollet* og *Hamberger* forsøgte at sammentrykke Vandet paa samme Maade som *Mariotte* sammentrykte Luften; men den svage Sammentrykning de ved denne Fremgangsmaade kunde erholde, kunde ikke andet end undgaae deres Opmærksomhed. Særdeles veludtænkte og nøiagtige vare *Cantons* Forsøg, som fornemmeligen bestode deri, at han bragte Thermometerrør, som vare fyldte med Vand til et givet Mærke, og ikke tilsmæltede, under Luftpompens Klokke, hvorved det viiste sig, at Vandet indtog større Rum, naar Lufttrykket hævedes, og faldt sammen, naar Lufttrykket tilbagegaves. Da Vandet i disse Forsøg ikke sammentryktes uden nogle og fyrgetyve Milliondele, og Varmens Indflydelse saavel paa Vandet, som paa Glasrøret let kunde forarsage større Afvigelser, saa have disse Forsøg ikke vundet den almindelige Tillid, som man nu, da man kan sammenligne dem med Forsøg, der have færre Vanskeligheder, let kan overbeviise sig om at de fortjene. Det som giver *Cantons* Undersøgelsermaade et væsentligt Fortrin ikke blot frem for alle foregaaende Forsøg over Vandets Sammentrykning, men ogsaa for dem der udførtes i et halvt

<sup>1</sup> [o: Bacon]

<sup>2</sup> [o: Accademia del Cimento]

<sup>3</sup> [o: Musschenbroek]

Aarhundrede efter ham, er at han havde maget det saaledes, at den sammentrykkende Kraft virkede lige paa Yder- og Indersiden af den Beholdning, hvori Vandet underkastedes Forsøget, og at denne Beholdning var saaledes indrettet, at meget smaa Forandringer af Vandets Rumfang deri kunde bemærkes. Hans nærmeste Efterfølgere afvege tildeels fra denne Grundsætning, og Udfaldene af deres Forsøg kom ogsaa til at fjerne sig meget fra det Sande.

Nærmest efter *Canton*, foretog *Herbert* Forsøg over denne Gjenstand. Naar man læser Beskrivelsen over hans Forsøg kunde man let ved første Øiekast fristes til at betragte disse, som langt fuldkomnere end den Brittiske Physikers, da *Herbert* efter sin Fremgangsmaade lettere kunde undgaae Varmens Indvirkning. Han indspærrede nemlig det til Sammentrykningen bestemte Vand i en Glaskugle, der staaer i Forbindelse med et horizontalt Rør, hvoraf Vandet tillige opfylder en Deel. Den anden Ende af det horizontale Rør staaer atter i Forbindelse med et lodret, hvori der kan gydes Qviksølv, som da trykker paa Vandet. Der kunde ingen Tvivl være om at jo Glaskuglen maatte udvides ved det Tryk Vandet ved denne Leilighed maatte udøve paa dets Inderside; han indspærrede derfor Kuglen i en Glaskasse, der var fyldt med Vand, og forsynet med et Rør, hvori Vandet maatte stige, naar Kuglen udvidede sig. Da Rørenes Vidder vare maalte ved afveiet Qviksølv, saa troede han paa det nøiagtigste at kunne bestemme hvormeget Vandet, medens det var udsat for Trykkets Virkning havde tabt i Rumfang. Men vi see her et nyt Exempel paa Vigtigheden af at udvælge de meest eenfoldte Forsøgsmaader. Den Forudsætning, at der skulde stige en ligesaa stor Vandmasse i det Rør, der var anbragt paa den omgivende Kasse, som den Glaskuglen trængte ud af sin Plads, er ikke ganske rigtig. I det Vandet steeg i Kassens Rør, maatte det udøve et nyt Tryk paa dens Sidevægge, og derved udvide den, om end nok saa lidet. Tør man bedømme Kassens Størrelse efter Tegningen af Redskabet, saa var Glaskassens Kanter hver  $3\frac{1}{3}$  Tomme, Quadratindeholdet af hver Sideflade altsaa omtrent 11 Quadrattommer, samtlige Flader altsaa 66 Quadrattommer. Efter samme Figur maa man anslaae Stigningen i Kassens Rør, ved Glaskuglens Udvidelse til omtrent  $\frac{1}{3}$  Tomme. Trykket paa Kassens Sider var da saa stor som Vægten af 22 Kubiktommer Vand, hvilket er mere end 26 Lod. Dersom Nogen vilde indvende, at dette Tryk dog var for svagt til at udvide Kassen, behøvede man kun at erin-



dre dem om, at Legemernes Bøining, Udstrækning og Sammentrykning staaer i Forhold til Kræfterne, saa at de smaa Kræfter, ogsaa frembringe en Virkning, om den end er nok saa umærkelig for Hverdagsiagttagelserne. Her handledes overhovedet kun om ringe Mængder, thi i det han lod en Qviksølv søile af 48 Tommer Qviksølv trykke paa en Vandmasse, der indtog samme Rum som 183029 Richtpfenningstheile Qviksølv, veeg Vandet kun tilbage gennem et Rum, der kunde fyldes med 88 Richtpfenningstheile Qviksølv. Da 17,33 Richtpfenningstheile er et Gran Apothekervægt, saa udgjør dette ikkun 5,08 Gran Apothekervægt. Det Rum, som det stigende Vand fyldte i Kassens Rør, udgjorde 46 Richtpfennings-theile = 2,65 Gran Apothekervægt. Den Formindskning i Vandets Rumfang, han heraf sluttede, blev da saa stor, som det Rum  $88 - 46 = 42$  Richtpfenningstheile eller 2,43 Gran Apothekervægt Qviksølv indtager. Beregner man hvor meget Qviksølvet skulde have veget tilbage, i Følge de Forsøg vi nu kunne angive for visse, nemlig 45 Milliondele for 28 Tommer, eller 77 Milliondele for 48 Tommer Qviksølvtryk, saa vilde det kun have rømmet en Plads der kunde fyldes af 14 Richtpf. = 0,81 Gran Qviksølv, saa at der bliver et Rum tilbage, der kunde fyldes med 28 Richtpf. = 1,62 Gran Qviksølv, hvilket skulde udgjøre den omgivende Glaskasses Udvidelse, ved det Tryk, som Vandets Stigen i Kassens Rør bevirkede. Betænker man at dette Rum ikkun udgjør 0,717 Kubiklinie, og Kassens Kubikindhold næsten 40 Kubiktommer = 69120 Kubiklinier, eller med andre Ord hiint omtrent  $\frac{1}{100000}$  af dette, saa kan man let indsee at en saadan Udvidelse, der ikke udgjør saa meget, som een Draabe Vand paa et Pottemaal fuldt, ved det heromhandlede Tryk kunde tilveiebringes i Glaskassen. Det er sandt at en Deel af denne Beregning grunder sig paa Maalninger af en Tegning, der maaskee ikke er nøiagtig i sine Maal; men om vi endog have feilet heri, saa kunne vi dog med Sikkerhed sige at Glaskassen var stor, da Glaskuglen efter *Herberts* Angivelse kunde rumme nær ved 3 Pund Qviksølv. Skade er det at *Herbert* til sine forskjellige Forsøg har brugt forskjellige Rør; ellers vilde man maaskee have været i Stand til at beregne en stadig Feil i hans Forsøg, og derved at anstille en nøiagtigere Sammenligning mellem denne grundige og skarpsindige Naturgranskers Arbeide og dem hvori Karrets Udvidelse er undgaaet.

Den Bog, hvori *Zimmermann* beskriver *Abichs* Forsøg over

Vandets Sammentrykning har faaet en Anseelse, som den neppe vilde have vundet, men maaskee bedre have fortjent, om *Abich* selv kort og beskedent havde beskrevet sine Forsøg. Hvad Bogen skylder *Z.* er en brammende Fortale, hvorefter man skulde troe, at den Undersøgelse her meddeles var en Triumph for det Tydske Navn, en temmelig fuldstændig samlet Historie om de ældre Undersøgelser over Gjenstanden, hvori dog *Herbert* forbigaaes, og endeligen en Mængde forvirrende og tildeels falske Beregninger over *Abichs* Forsøg; kort *Zimmermanns* Bog synes at skyld sin overvættes Anseelse til Bogmagerkunsten, for hvis Frembringelser ofte den sande Granskers gjenneemtænkte Værk i den offentlige Mening længe maa staae tilbage. *Abichs* Redskab til Vandets Sammentrykning var et meget stærkt Rør af Messing, hvori et Stempel kunde drives ned med stor Kraft. *Z.* angiver Delenes Maal i dette Redskab, og tillige hvormange Kubiktommer Vand det kan modtage; men en let Beregning, ved hvilken man tillige maa tage Afbildningens Proportioner lidt til Hjelp, vise at disse to Angivelser slet ikke stemme med hinanden. Danner man sig en Beskrivelse efter den Maalestok der ledsager Tegningen, saa giver dette atter andre Størrelser. Dette gjør enhver Beregning over disse Forsøg mislig. Ikke destomindre lader sig dog deraf dette udlede, at Vædskernes Sammentrykning forholder sig som de sammentrykkende Kræfter. Forsøgene stemme i denne Henseende saa godt, som Forsøg af denne Beskaffenhed kunne stemme, naar man kun ikke tager de Forsøg med, hvor Stemplet ikke kunde springe tilbage til sin forrige Stilling, saasnart den trykkende Kraft ophørte; thi i disse Tilfælde har sikkert Stemplet selv lidt en Forandring i sit Gjennemsnits Størrelse. Det er sandt at i disse Forsøg Metallet ogsaa maa have udvidet sig; men da dettes Udvidelse forholder sig som de anvendte Kræfter, saa maatte Vandets Sammentrykning ogsaa staae i samme Forhold, dersom den forenede Følge af Begge skulde rette sig efter samme Lov. Vel har *Zimmermann* ikke udbragt Dette, men tvertimod, at ingen Regel i Sammentrykningsforholdene kan findes; men dette beroer paa Regningsfeil, som han neppe vilde have begaaet, dersom han havde holdt sig til den simple Regnekunst, og ikke vildet give sit Arbeide en mathematisk Form, som her var overflødig. Jeg skulde ikke her have bemærket alle disse Feil, dersom ikke *Zimmermanns* Misforstaaelse upaaanket havde gaaet over fra en Skribent til en anden, i næsten et halvt Aarhundrede. En



lignende Misregning har ogsaa ført ham til at paastaae, at det udkogte Vand sammentrykkedes stærkere end det raa, hvilket ligeledes siden ofte har været gjentaget, uden at paaankes. I øvrigt behøver det vel neppe at erindres, at Forsøgene selv fortjene saa meget desto mere Berømmelse, som Critiken viser, at de ere bedre end Bekjendtgjøreren ved sin forfeilede Bearbejdelse har fremstillet dem. Imidlertid ere de ikke tilfredsstillende, fordi Metalcylindren upaatvivleligen maa have udvidet sig medens det deri indsluttede Vand sammentryktes. Vel iværksat *Zimmermann* et Forsøg, der skulde bevise at Metalcylindren ikke udvidedes under Forsøget. Man omgav nemlig denne Cylinder med en anden, som indeholdt Vand, og overalt tillukket, saaledes at det Vand, som ved den indsluttede Cylinders mulige Udvidelse skulde fortrænges, maatte begive sig ud i et snævert Glasrør, hvor det maatte vise sig ret kjendeligt. Han forsikkrer, at Vandet i dette Rør ikkun steeg i de første Øieblikke, men siden atter faldt til sin første Stilling. Grunden til denne Stigen og Falden bestemmer han ikke, men da han maatte lade Maskinen holde i lodret Stilling ved 3 Personer, saa er der ingen Tvivl om, at den ydre Metalomgivelse har faaet mere Varme end Vandet deri, hvilket baade kunde foraarsage at Vandet kun steeg lidet i Glasrøret, og at det stegne Vand atter faldt. Man vente ikke at Sidernes Tykkelse ganske skal hindre Karrets Udvidelse; thi vel aftager denne Udvidelse i et vist Forhold til Tykkelsen, men den forsvinder ikke. Hertil kommer at tykke Metalmassers egen Sammentrykning ikke er saa ubetydelig, at den aldeles kan oversees. Alle Forsøg over Vandes Sammentrykning, hvori man ikke enten ganske kan hindre Karrets Udvidelse, eller paa det nøieste bestemme den, maa ansees som utilstrækkelige.

Siden 1817, da jeg forelagde det Kgl. Videnskabernes Selskab mine første Betragtninger og Forsøg over Vandets Sammentrykning har jeg til forskjellige Tider sysselsat mig med denne Sag. Jeg viiste allerede den gang at den ved *Zimmermanns* Bog udbredte Mening, at Vandets Sammentrykning ikke skulde forholde sig som de sammentrykkende Kræfter, er falsk, og jeg bekjendtgjorde nye Forsøg, som bekræftede hiin Lov, dog kun paa samme Maade som de velforstaaede *Abichs*ke, nemlig for saa vidt den forenede Følge af Vandets Sammentrykning og Karrets Udvidelse rettede sig efter de trykkende Kræfter. Den Indretning, jeg dengang brugte, havde adskillige Fordele over den *Abichs*ke. De trykkende Kræfter maal-

tes deri ved en Luftmasses Sammentrykning. Trykket skeede i en snæver Cylinder, der stod i Forbindelse med en meget videre, hvorved man sattes i Stand til at udrette meget med en liden Kraft, ifølge den Lov, at det Tryk, som udøves paa en liden Deel af Overfladen af en indsluttet Vædske virker derpaa, som om en lignende Kraft anvendtes paa enhver ligesaa stor Deel af dens Overflade. Hertil kom endnu at en liden Sammentrykning af hele Massen maatte tilkjendegives ved en betydelig Nedstigning af Stemplet i det snævre Rør. Imidlertid vedblev det altid at være en Hovedfeil at Karret, hvori Sammentrykningen foregik, ikke kunde hindres fra at udvide sig. Jeg vendte derfor tilbage til den Grundsætning *Canton* havde fulgt, og som man altfor længe havde forladt; nemlig at det Redskab hvori Vandet sammentrykkes, bør erholde et lige Tryk inden og uden fra. Men da Luftens Sammentrykning er

ledsaget med saa megen Opvarming, og dens Fortyndning med saa megen Afkøling, satte jeg et Vandtryk i Stedet for Lufttrykket. Jeg udtænkte da det i Fig. 5 og 6 afbildede Redskab, som jeg i Aaret 1822 foreviste Selskabet. Vandet, som skal sammentrykkes, befinder sig her i en Flaske, hvis Hals er et langt og smalt Rør, der oven ender sig i en liden Tragte. Ikke blot Flasken, men ogsaa det Meste af Røret er fyldt med Vand. Over Vandet befinder sig Qviksølv, som først gydes i Tragten, og siden bringes til at synke ned i Røret, derved at



Fig. 6.

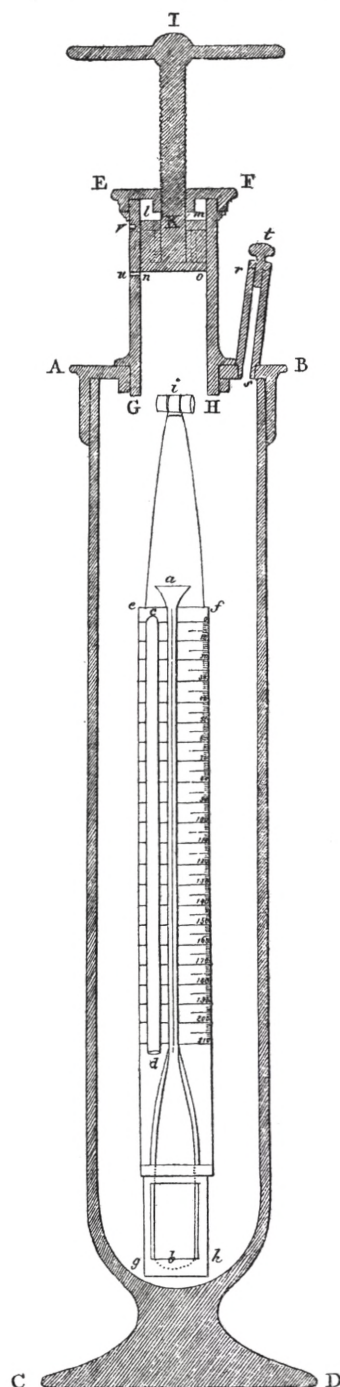


Fig. 5.



man først varmer Flasken ganske lidet, hvorved en Draabe Vand trænger ud i Tragten, og stiger over Qviksølvet, og siden overlader det til Afkjøling, hvorved Vandet trækker sig tilbage og Qviksølvet følger efter; men synke til Bunds kan det ikke, fordi en saa liden Qviksølvdraabe der forholdsviis gjør langt mere Modstand mod en Forandring af sin Figur, end en større Masse, ikke lader det Vand, som den da skulde udrydde af dets Sted, komme sig forbi. Denne, saaledes forsynede Flaske, sættes i en stærk Glas cylinder, som oven har et Messinglaag, der bærer et Pomperør med Stempel. Er nu hele Cylinderen og Pomperøret fyldt med Vand, saa trykker man, ved Hjælp af Stemplet, paa dette Vand, hvilket meddeler Trykket, saavel til Ydersiden af Flasken, som til Qviksølvet, der gjør Grændsen mellem Vandet i Flasken og Cylinderen. Fra Qviksølvet meddeles Trykket til Vandet, som baade sammentrykkes og atter meddeler Trykket til Indersiderne af Flasken; saa at dennes Sidevægge, trykkede lige stærkt inden og udenfra, ikke kunne forandre deres Stilling. Qviksølvet i det snævre Rør tjener her paa en vis Maade baade som Stempel og Viser; og Rørets betydelige Snæverhed i Forhold til Flasken gjør enhver liden Formindskning i det indsluttede Vands Rumfang kjendelig, ved en betydelig Forflytning af Qviksølvdraaben. Det Nærmere af den heromhandlede Indretning sees i Fig. 5 og 6. *ABCD* forestiller Gjennemsnittet af en Glas cylinder, oven forsynet med en Messinghætte. Denne har ved *GH* en Aabning, hvori er indskruet en Messingcylinder, hvis øverste Deel bærer et paaskruet Laag *EF*, som i Midten har en Aabning for Skruen *IK*, ved hvilken Stemplet *lmno* kan føres op og ned. I Glas cylinderen befinder sig Flasken *ab*, befæstet paa en Messingplade *efgh*, der neden er udskaaret, for at give Plads for Flasken. Røret *cd* er oven lukket, men neden aabent. Paa den øverste Deel af Pladen er anbragt en Inddeelning, der tjener baade for Flaskens Hals og for Røret. Naar denne Indretning skal sættes i Brug nedsænker man først, gennem Aabningen *GH*, Flasken med Tilbehør, hvortil et Par Traade, der opstige fra Messingpladens øverste Rand, og forene sig i et Korkstykke, *i*, ere behjælpelige. Man fylder nu Røret med Vand, hvori da Korkstykket hæver sig, og tjener det nedsænkede Redskab til Bøie, saa at man let kan tage det op. Nu paaskruer man Pomperøret *EFGH*. Til at skrue det ret fast, tjener en Jernnøgel, der er afbildet i Fig. 6; man griber dermed om Røret og lader dens Tand tage fat i Aab-

ningen *v*. Den tomme Deel af Pomperøret fyldes derpaa gjennem Røret *rs*; og Luften, som ellers vilde modstaae Vandet, finder en Udgang ved *u*. Røret *rs* lukkes endeligen med Skruen *t*. Saa snart man nu skruer Stemplet ned, lukker dette for Aaabningen *u*, og trykker paa Vandet i Cylinderen; herfra meddeles Trykket til Vandet i Tragten *a*, og fortsættes gjennem den Qviksølvdraabe, der befinder sig i den øverste Deel af Flaskens Hals, ned til det Indvortes af Flasken og det deri indeholdte Vand. Den samme Meddelelse af Trykket fra Cylinderens Vandmasse, træffer ogsaa Luften i Røret *cd*. Medens Qviksølvdraaben synker i Flaskens Hals og angiver Vandets Sammentrykning, stiger da Vandet i det luftholdende Rør, og viser, ved Luftrummet Formindskning, hvor stor den trykkende Kraft er.

For at faae nøiagtigt bestemt Rumholdet saavel af Flasken som af Halsen, veiedes hvor meget Qviksølv deri kunde indeholdes. Som Exempel vælger jeg her en blandt flere Flasker, som jeg har brugt ved mine Forsøg. I Flasken gik 709,48 Grammer Qviksølv; i det Rør der udgjorde Halsen fyldte derimod 96 Milligrammer Qviksølv en Længde af 24,6 Linier, hvilket for een Linies Længde gjør 55 Timilliondele af det Hele. Linien er paa Messingpladen endnu deelt i Fjerdedele; som man med Øiet meget let kan dele endnu i Halvdele, eller endog i Fjerdedele, saa at man kan regne paa at træffe Sammentrykningens Størrelse nogenlunde rigtig indtil Milliondelene, maaskee endog til Halvdelen af disse. Der gives imidlertid endnu ved dette Redskab mange Smaaufuldkommenheder, som ved et fremtidigt Arbeide kunne hæves, saa at jeg ikke holder det for umuligt at der i Udfaldet af de hidindtil udførte Forsøg kunde være en Feil af nogle enkelte Milliondele, imidlertid bør jeg sige, at de Forsøg jeg, efter at have opnaaet nogen Færdighed i Brugen af Redskabet har udført, selv med forskjellige Flasker, have givet meget nær samme Middeltal, nemlig 45 Milliondele for et Tryk lig Atmosfærens, naar den bærer 28 Tommer Qviksølv, og ved 15° (Hundrededeeling) Varme. To eller tre Milliondeles Afvigelse over eller under dette Middeltal have været sjældne. Næsten undrer jeg mig over at have erholdt en saa stor Overeensstemmelse ved et Redskab, der i adskillige Dele endnu efterlader en Deel at ønske. Jeg har gjentaget disse Forsøg mange hundrede Gange, først for at overbevise mig selv, og senere for at vise Lærde og andre Videnskabsvenner dem, saavel her, som i fremmede Lande.



Jeg meddeler derfor ingen Rækker af de ved Forsøgene erholdte Tal; men hellere de Forsigtighedsregler jeg har fulgt, saavel som nogle enkelte Forbedringer, jeg endnu vil tilføie, naar jeg faaer Leilighed til omstændeligt at gjentage disse Forsøg.

Til alle mine Hovedforsøg var Vandet i Flasken udkogt. Dette skeede saaledes at man først lod lidt destilleret Vand komme i fuldt Kog i Flasken, saa at Dampen foer ud af den snævre Hals, som af en Æolipila, hvorpaa man nedsænkede Flasken i en høi Cylinder med kogende destilleret Vand, der havde været holdt i Kog i to Timer. Saa snart man lod dette Vand afkjøle nogle faa Grader, fortættes Dampene i Flasken saa betydeligt, at Vandet styrtede ind deri, og lod kun en megen liden Boble tilbage, som man let bortskaffede ved nye Ophedning og Afkjølning. Naar Vandet senere havde havt Leilighed til at indsuge Luft fandt jeg dog ei Sammentrykningen mærkeligt ændret, hvilket stemmer med *Cantons* Erfaring.

Det forstaaer sig at man, for at bestemme det Tryk som Vandet lider, før Stemplet sættes i Bevægelse, maa sammenlægge det Tryk, som frembringes ved Qviksølvdraaben i Flaskens Hals, det, som frembringes af det over denne staaende Vand, og endeligen Lufttrykket. Naar siden Vandets Samqvem med Atmosfæren ganske spærres, trykker det ligesaa meget mod de spærrende Dele, som før mod Luften, og modtager altsaa ligesaa meget Modtryk. Paa samme Maade er den Luft, der tjener til Maal for Kraften fra Begyndelsen af sammentrykt, ei blot af Atmosfæren, men tillige af en Vandsøile, hvis Høide maales fra det luftholdende Rørs Munding op til Vandskorpen. Det hele Redskab maa have havt Tid til at antage Atmosfærens Varme, før man begynder Forsøgene. Vandet i Flasken afgiver selv et fiint Maal for Varmen. Ved 15° (Hundreddeelning) bragde 1° Vandet til at stige 27 Linier. Da Maalestokken er deelt i Fjerdedeelslinier, saa kunde  $\frac{1}{108}$  Grad, aldeles ikke undgaae Iagttagerens Opmærksomhed, og selv  $\frac{1}{216}$  og  $\frac{1}{432}$  maatte være kjendelig. Man undgaaer næsten ikke, at meddele lidt Varme til Redskabet medens et Forsøg udføres. Man bør derfor, saa snart man har udøvet det tilsigtede Tryk paa Vandet, og gjort Iagttagelsen, strax bringe Stempelet tilbage til den første Stilling. Man vil da ordentligviis finde, at Vandet stiger noget lidet. Man bør derfor tage Middeltallet mellem det Punkt, hvor Vandet stod før Forsøget og ved dets Slutning. Naar jeg iværksatte mine Forsøg med Hurtighed beløb den heromhandlede Stigen sig kun til

$\frac{1}{8}$  Linie, undertiden dog ogsaa til  $\frac{1}{4}$  Linie. I første Tilfælde har da Varmens Tilvæxt, ikkun udgjort  $\frac{1}{216}$  Grad, i sidste  $\frac{1}{108}$ , alt efter det hundreddeelte Thermometer. Denne Varmens Indflydelse, der ikke mærkes ved et sædvanligt Thermometer, havde i Begyndelsen nær forledet mig til at antage, at Vandets Sammentrykning, ikke voxte eensformig, for hver ny Tilvæxt Trykket erholder; men derimod gik frem efter en aftagende Progression. Jeg anstillede nemlig Forsøget saaledes, at jeg, efter at have sammentrykket Vandet med en vis Kraft, og optegnet Iagttagelsen, føiede en ny Kraft til, og saaledes videre, indtil jeg havde en Række af Forsøg, der syntes mig tilstrækkelig. I den Tid et saadant Forsøg varede steeg Varmen uophørligt, om end kun lidet mærkeligt for det sædvanlige Thermometer, dog nok for at udrette, at Vandet, alt ligesom Forsøget skred frem, indtog et større Rum end det ved det givne Tryk skulde. For at prøve Indflydelsen af større Tryk, tilveiebringer jeg dem nu saa hastigt som muligt, og sætter strax efter Iagttagelsen Stemplet tilbage til den forrige Stilling. Jeg finder da, at Sammentrykningen forholder sig som de trykkende Kræfter. Mine Forsøg gaae indtil et Tryk af 5 Gange Atmosphærens. Men, efter de Forbedringer jeg senere har foretaget med Redskabet, seer jeg at det vil være muligt at udvide Forsøgene dermed indtil en Kraft af 10 Atmosphærer. Da Fyldning og Tømning af en saadan Flaske, hvis Hals er et Haarrør, er meget omstændelig, og det vilde være at ønske, at man kunde prøve flere Vædskers Sammentrykning i den samme Beholdning, saa vilde det være fordeelagtigt, at have en Flaske, hvis Hals kunde aftages og paasættes med Lethed. Jeg troer at dette kunde skee ved at tage en Flaske, i hvis Hals kunde anbringes en indsleben Glasprop, hvori det Glasrør, der skulde tjene som Hals var fastgjort. At man gjorde vel i at vælge Flasken af saa tyndt Glas som mueligt, for ei at lade dettes Sammentrykning have megen Indflydelse, forstaaer sig; hidindtil har jeg altid brugt en Flaske der var pustet af et Glasrør. Ved fremtidige Forsøg vilde jeg ogsaa skille det luftholdende Rør fra dens Forbindelse med Flasken, lade det være længere, spærre det med Qviksølv, og forsyne dets Aabning med en Metalring.

For at undersøge hvorvidt der udvikles Varme ved Vandets Sammentrykning, bragte jeg det *Breguetske* Metalthermometer i Vædsken. Dette bestaaer af en hængende Spiral, dannet af en sammenloddet Strimmel af Platin og Sølv, og som paa sin nederste



Ende bærer en Viser. Naar Spiralen opvarmes, udvider sig Sølvets mere end Platinet, og forandrer Bøiningen, hvorved ogsaa Viseren forandrer sin Stilling. Man kan let derpaa bemærke  $\frac{1}{10}$  Grad. Dette viste ingen Forandring ved 5 Atmosfærers Tryk. Man kan dog neppe tvivle om, at der jo udvikles nogen Varme ved dette Tryk, men denne maa da være meget ringe. Det kunde maaskee synes Nogen, som om Vandet i Flasken, der gjør saa smaa Varmeforandringer kjendelige, var det bedste Thermometer for disse Forsøg; men da Vandet ved sin Gjenudvidelse, naar Trykket ophører, rimeligviis taber ligesaa meget i Varme, som det vandt ved Sammentrykningen, saa maa denne Tanke naturligviis opgives.

Overensstemmelsen mellem Udfaldet af de her beskrevne Forsøg over Vandets Sammentrykning og de *Cantonske* er virkelig mærkværdig. Den Engelske Physiker erholdt ved  $64^{\circ}$  Farenheit<sup>1</sup> =  $15\frac{1}{2}^{\circ}$  Hundreddeeling en Sammentrykning af 44 Milliondele for Trykket af een Atmosfære, og mine Forsøg gave med samme Varmegrad 45 Milliondele. Jeg har troet at de af den sindrige *Jacob Perkins* bekjendtgjorte Forsøg, hvori han har anvendt meget store Kræfter, stemmede ligesaavel med mine Forsøg. I *Philosophical Transactions* for 1821 bekjendtgjorde han Forsøg, hvori Vandet ved 100 Atmosfærers Tryk skulde tabe een Procent; men beregnede man de af ham opgivne Størrelser, saa erholdt man ikkun 0,0048 som divideret med 100 giver 0,000048, hvilket kommer *Cantons* og mine Resultater meget nær. Paa denne Misregning gjorde Dr. *Roget* opmærksom i *Thomsons Annals of nat. phil.* 1821 S. 131; men i samme Tidsskrift S. 222 og 223 erklærer *Perkins* at Feilen laa i de angivne Udmaalinger af Apparatet, hvilke hørte til et andet Redskab. Han angiver da nye, der passe til hans Regning. Da det nu ikke er sandsynligt, at den 100 Gange større Kraft skal give over 200 Gange mere Sammentrykning, saa maa jeg formode at nogen Feil i hans Apparat, der ikke er saa letoverseeligt som mit, deri er Aarsag. Jeg havde hidindtil overseet den heromtalte Erklæring, hvorfor jeg i mine tidligere korte Bekjendtgjørelser har nævnet hans Forsøg, som stemmende med mine. Man seer da, at en nye Række af Forsøg, med store sammentrykkende Kræfter, endnu er en af Videnskabens Fordringer.

---

<sup>1</sup> [∴  $64^{\circ}$  Farenheit =  $17\frac{1}{2}^{\circ}$  C.]

## ALMINDELIGE BEMÆRKNINGER OVER SAMMENTRYKNINGEN

Vi have seet at Luftarternes Sammentrykning forholder sig som de trykkende Kræfter, hvor stort end Trykket er, naar Luften kun ikke gaaer over til Vædske tilstanden. Da Dampene ikke ere forskjellige fra Luftarterne, uden derved at de befinde sig i en Varmegrad, under hvilken et lidet Tryk eller en ringe Afkølning kan forvandle dem til Vædske, saa er der ingen Tvivl om, at Luftarternes Sammentrykningslov ogsaa gjelder for disse, naar de kun ere langt nok borte fra deres Stamvædskes Kogepunkt, for at ikke det anvendte Tryk skal forsætte dem i Draabetilstand. Tør man antage at de øvrige Vædske, ligesaa vel som Vandet, følge samme Lov, saa har man den store Række af Sammentrykninger, lige fra den meest fortyndede Luft, og til den meest fortættede Vædske, alle underkastede een Lov. Men de faste Legemers Sammentrykning, retter sig ligeledes derefter, saalænge den ikke gaaer saa vidt, at Legemet lider en Forandring, der ikke ophører med den trykkende Krafts Indvirkning. Tænke vi os altsaa det samme Legem, i alle tre Tilstande, i den luftformige, den draabeflydende og den faste, saa seer man, at Sammentrykningen i dem alle forholder sig som de sammentrykkende Kræfter, og at der kun gives et Spring i denne Orden, ved Overgangspunktet fra en af disse Tilstande til en anden. Vistnok have vi endnu ingen ret sikke Forsøg for at andre Vædske end Vandet følge denne Sammentrykningslov; men den er saa naturlig, at man ikke vover meget ved at antage den for alle Vædske, for saavidt de ikke ved Trykket lide nogen Forandring i Inderligheden af deres Bestanddeles Forening. Jeg haaber imidlertid at finde Leilighed til at udfylde dette Savn ved Forsøg. Overalt opfordrer det vi have fundet os næsten altid til at søge Mere. Hvorledes forholde sig Vædske ved forskjellig Varmegrad? Forsøg herover bør udføres i en Atmosfære, der har Vædskens Varme, ellers vil man forvirres ved Varmeskifter, der frembringe større Forandring end adskillige Atmosfærers Tryk. Rene Ætherarter, saavel som ogsaa vandfrie Viinaand, vilde hertil være meget passende, fordi deres Lethed til at koge tillader os at prøve dem uden kunstig Opvarming, ved Varmegrader, der enten træffer sammen med deres Kogepunkt, f. Ex. Saltæther, eller ikke ligger meget langt derfra. Et Overblik over en stor Række af slige Forsøg, vilde vist lære os Noget om Forholdet mellem Legemernes Sammentrykke-



lighed og deres øvrige Natur. Angaaende Dampe, som staae i Berøring med en Deel af deres Stamvædske, vilde Forsøgene over Luftarternes Sammentrykning give os flere og sikkrere Bestemmelser end dem vi hidindtil have. Endnu har man heller ikke anvendt denne Art af Forsøg, som man burde, til Frembringelsen af høie Grader af kunstig Kulde. Til chemiske Undersøgelser har man heller ikke med nogen Vedholdenhed anvendt Sammentrykningsforsøgene.

[Blandt H. C. Ørsted's efterladte Papirer (Pakke Nr. 30 Universitetsbibliotheket) findes en Række detaillerede Optegnelser over Forsøgsresultater fra Sommeren 1824, hvorpaa den foregaaende Afhandling er bygget; de følger nedenfor til nærmere Oplysning]:

Med Qvægsølv Apparatet gjort følgende Forsøg Fredag den 4<sup>de</sup> Juny.

Barometerhøide 340<sup>'''</sup>,66 = 768,3 mm. Temperatur 25° C. Qvægsølvet stod i Comp. Røret 187<sup>'''</sup>,5 i Apparatet 188<sup>'''</sup> og i Trykrøret 188<sup>'''</sup>. Vandet i Apparatet var af samme Temperatur som Atmosfæren. Hermed giordes følgende Forsøg.

Qvægsølvets Høide			Forhold af	
i Compress. Rør		i Trykrøret	Luftens Compr.	Qvægsølvets Tryk
Grader	mm	mm		
184	42,5	63,65	1,019	1,027
155	104	262	1,207	1,256
119	181	600	1,567	1,545
97,25	227	898	1,916	1,874
88	247,5	1070	2,115	2,069
78	270	1291	2,383	2,333
67,25	291,2	1582	2,770	2,670
60	307,2	1846	3,102	3,009
52,75	322	2186	3,524	3,433
46,5	335	2535	3,993	3,872
43	342,5	2776	4,320	4,176

Kompressions Røret er nøiagtig veiet igiennem med Qvægsølv og derefter ere Forholdene beregnede; men da der ved disse Forsøg alt imellem trængde noget Vand ud af Apparatet kan de dog ei ansees for gandske paalidelige.

Tirsdag den 15. Juny. Barometer Høide = 335<sup>'''</sup>,92 Thermometer 18<sup>1</sup>/<sub>4</sub>° C. Efterat Apparatet var gjort saa tæt som muelig giordes følgende Forsøg med formedelst saltsuur Kalk tørred Atmosfærisk Luft, hvis Høide i Compressions Røret var 204<sup>'''</sup>,2 Dansk Maal = 197<sup>'''</sup>,613 fransk. Dens Indhold = 1054,8 gram Qvægsølv.

Tør Atmosph. Luft comprimert til		Differenz af Qvægsølvhøiden	Forhold	
Danske Linier	Indhold		Luftens Comp.	QvægsølvTryk
204,2	1054,8	0	1	1
184,66	954,55	35,43 fransk	1,1052	1,1051
174,05	903,15	56,89 —	1,1676	1,1693
160	828,4	90,93 —	1,2736	1,2706
138	715,36	157,70 —	1,4744	1,4694
128	664,55	195,43 —	1,587	1,581
112	581,95	270,94 —	1,812	1,806
96	499,3	358,73 —	2,112	2,078
80	417,05	510,82 —	2,529	2,520
64	332,95	721,16 —	3,168	3,147
56	291,72	873,09 —	3,616	3,599
48	250,55	1069,68 —	4,209	4,185
40	208,55	1346,94 —	5,057	5,010
36	188,25	1535,73 —	5,603	5,572
32	167,75	1776,86 —	6,288	6,287
28	147	2042,99 —	7,175	7,082
25	131,35	2356,09 —	8,030	8,014

Dette Forsøg synes at bekræfte Rigtigheden af den *Mariotske Lov*: at Luftens Expansivkraft tager til i selv samme Forhold som Sammentrykningen. At de smaa Differenser som findes i disse Forsøg eene hidrøre fra den Umuelighed med Mathematisk Nøjagtighed at kunde bestemme den egentlige Høide af Qvægsølv et som uagtet den over 8 Atmosph. stærke Sammentrykning af Luftten dog endnu har sin fulde convexe Overflade, vil følgende Beregning viise

Luftens Compr.	Differenz af Qvægsølvhøide		Forskiæl	udgør feil i Læsningen	Luftens Compr. burde herefter været
	fundne	beregne			
204,2	0	0	0	0	204,2
184,66	35,3	35,943	+ 0,643	+ 0,32	184,94
174,5	56,891	56,39	÷ 0,5	÷ 0,24	174,26
160	90,93	91,79	+ 0,86	+ 0,35	160,35
138	157,70	159,37	+ 1,67	+ 0,54	138,54
128	195,43	197,23	+ 1,8	+ 0,47	128,47
112	270,94	272,91	+ 1,97	+ 0,415	112,415
96	358,73	363,54	+ 4,81	+ 0,85	96,85
80	510,82	503,65	÷ 7,17	÷ 0,82	79,18
64	721,16	728,23	+ 7,07	+ 0,5	64,5
56	873,09	878,75	+ 5,66	+ 0,3	56,3
48	1069,68	1078,24	+ 8,56	+ 0,34	48,34
40	1346,94	1363	+ 16	+ 0,45	40,45
36	1535,73	1546,16	+ 10,53	+ 0,23	36,23
32	1776,86	1776,54	÷ 0,32	÷ 0,005	31,995
28	2042,99	2074,37	+ 31,38	+ 0,42	28,42
25	2356,09	2361,55	+ 5,46	+ 0,056	25,056

Ved alle Forsøgene lod man Qvægsølv Boblen stige lidet over Stregen for omtrent at deele Rummet. Ved 96<sup>'''</sup> og 80<sup>'''</sup> maae sikkerlig en større Feil i Observationen have fundet Sted. —

Ved disse foregaaende Forsøg er altsaa den *Mariotske Lov* bleven bekræftet. For nu tillige



at undersøge om den ogsaa ved andre Luftarter er gjældende og hvorlænge foretoges med et Vandkompressions Apparat at sammentrykke Svovlsyrning og fandtes

Forsøg med gandske tør og reen Svovlsyrning

Differenz af Qvæg- sølvhøide	Svovlsyrning		Atmosph. Luft		Forhold af Comp.		Anmærkning
	Grader af Røret	Indhold	Grader af Røret	Indhold	Svovlsyrl.	Atmosp. Luft	
kunde ei læses	101	222,016	101,33	227,334	1	1	
0	69,5	153,52	72	160,8	1,4461	1,4137	
14,6	60	132,92	61,33	136,834	1,6703	1,6614	
29,5	50	110,64	50,66	113,147	2,0066	2,0046	
37,5	45	99,1	45,5	100,943	2,2403	2,2521	
43,3	40	87,987	40,5	89,784	2,5233	2,5320	
48,1	35	77,01	35,33	78,698	2,8829	2,8885*	* Ved denne Comp. begyndte Svovlsyr- ningen synlig at con- denseres.
49,7	34	74,815	34,5	76,91	2,9675	2,9558	
55,3	30	66,02	32	71,547	3,3628	3,1774	
62,7	25	55,02	31,125	69,451	4,0351	3,2733	
66,4	22,5	49,52	31	69,163	4,4833	3,2869	
70,1	20	44,075	30,775	68,874	5,0372	3,3018	
75,5	17,5	38,64	30,666	68,394	5,7457	3,3238	
77,7	15	33,21	30,333	67,626	6,6852	3,3616	
81,6	12,5	27,779	30,125	67,146	7,9922	3,3856	
85,2	10	22,29	29,333	65,322	9,9603	3,4802	
88,2	8	17,83	29,125	64,841	12,4518	3,5060	
91,1	6	13,37	29	64,553	16,6055	3,5216	
94,2	4	8,91	28,775	64,265	24,9176	3,5374	* Ved denne Comp. var ingen Luft eller tomt Rum i Røret.
95,7	3	6,68	28,5	63,4	33,2359	3,5857	
	Kunde ei observeres		20	44,075		5.1597*	

Ved følgende Forsøg brugtes Svovlsyrning som ei var gandske reen, og kunde tillige tydelig iagttages at noget Atmosphærisk Luft under Compressionen blandede sig med Svovlsyrningen. Resultatet af disse Forsøg var følgende:

Onsdag den 14 July 1824

Differenz af Qvæg- sølvhøide	Svovlsyrning		Atmosph. Luft		Forhold af Compr.		Bemærkning
	Grader af Røret	Indhold	Grader af Røret	Indhold	Svovlsyrl.	Atm. Luft	
kunde ei læses	182	411,54	fuldt	229,429	1	1	
0	165	373,62	95,33	209,786	1,1014	1,0946	
10	145	328,42	82	180,974	1,2530	1,2677	
11,7	130	293,42	73,33	161,971	1,4025	1,4164	
13,3	115	259,62	65,5	144,741	1,5851	1,5851	
18,3	100	224,62	56,33	124,973	1,8322	1,8358	
20,4	97	217,62	55,125	121,154	1,8911	1,8936	
16,3	91	204,19	51,666	114,496	2,0154	2,0381	
19,6	86,5	194,12	49	108,332	2,1200	2,1178	
27	76	170,02	43	93,643	2,4205	2,4590	
34,2	65,5	145,82	37,125	81,675	2,8222	2,8096	* Det svovlsuure Gas begyndte ved denne Compression synlig at condenseres. — Ved at formindske Compressionen
41	54	121,02	30,5	67,120	3,4006	3,4181	
kunde ei læses	43,5	96,22	27	59,42	4,2770	3,8611*	
53,7	37	82,27	26	57,22	5,0023	4,0095	fremkom en stærk hviid Røg, som efter- haanden forsvandt.
69,8	16,33	36,126	9	20,06	11,3915	11,437	

Med Qvægsølv Apparatet gjordes følgende Forsøg med tør Svovlsyrling

Svovlsyrling		Differenz af Qvægs.- høide	Forhold af Compr.		Bemærkning
Grader	Indhold	Franske Lin.	Svovlsyrl.	Qvægsølv	
158	768,81	327,807	1	1	Barometerhøiden 336 <sup>'''</sup> ,5 ; Thermometer i Luften og i Apparatet = 19 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> ° C. d. 14de July 1824.
155	755,23	334,081	1,0179	1,0206	
154	750,74	336,242	1,0240	1,0288	
140	683,56	368,435	1,1247	1,1256	
125	610,88	412,629	1,2585	1,2606	
107	524,38	478,596	1,4661	1,4622	Barometerhøiden = 339 <sup>'''</sup> ; Temperatur = 20 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> ° C. d. den 17de July 1824.
90	443,13	560,371	1,7349	1,7121	
80	395,33	618,113	1,9447	1,8885	
130,5	637,2	395,613	1,2065	1,1995	
107	524,38	482,225	1,4661	1,4621	
94	462,248	538,355	1,6632	1,6323	* Svovlsyrlingen begyndte synlig at condenseres og vedblev ved samme Qvæg- sølvhøide at condenseres til 8 <sup>'''</sup> . I det Rum af 1 <sup>1</sup> / <sub>4</sub> '''
80	395,33	629,322	1,9447	1,9081	
62	307,23	827,241	2,5024	2,5082	
49,5	245,43	990,774	3,1325	3,0041	
40	199,61	1108,355	3,8515	3,3606*	
8	39,922	1077,742	19,2577	3,2677	
1,25	5,09	1348,113	151,0432	4,0876	

var foruden den draabebare Svovlsyrling en liden Quantitet Atmosfærisk Luft som i Rum var liig 1,4 gram Qvægsølv; altsaa indtog den draabebare Svovlsyrling saameget Rum som 3,69 gram Qvægsølv og var altsaa 208,3496 gange mindre end i expansiv flydende Tilstand.

## [FORBEDRINGER VED SAMMENTRYKNINGS- APPARATET 1826. MAALING AF KVIKSØLVETS SAMMENTRYKKELIGHED]

(MEDDELELSE TIL VIDENSKABERNES SELSKAB D. 7/1 1827)<sup>1</sup>

I Slutningen af det Bidrag til at finde Loven for Legemernes Sammentrykkelighed, som findes indført i sidste Bind af det Kgl. Videnskabernes Selskabs Skrifter,<sup>2</sup> og hvori jeg har opstillet de fornemste Forsøg, jeg i adskillige Aar har udført over den nævnte Gjenstand, pegede jeg hen paa de mange Punkter, som der endnu stode tilbage at oplyse. Senere havde jeg den Ære, i

<sup>1</sup> [Efter et Manuskript blandt H. C. Ørstedes efterladte Papirer. Pakke Nr. 30. Universitetsbibliotheket.]

<sup>2</sup> [Denne Udg. S. 290.]



Mødet d. 12 Mai f. A. at udvikle nærmere hvori de Savn bestode, som jeg sidst korteligen havde berørt. Med Taknemmelighed erkjender jeg den Tillid, Selskabet viiste mig, ved den Beslutning, at de foreslagne Forsøg skulde bekostes af dets Midler. Vel er jeg langt fra at have fuldendt det Arbejde, som herved var blevet mig til en Pligt; men da Antallet af de udførte Forsøg allerede er betydeligt, og afgjøre adskillige vigtige Spørgsmaal, saa troede jeg saa meget mindre at burde tilbageholde Meddelelsen deraf, som denne aabnede mig Leilighed til at erholde, først i dette lærde Selskab, og siden af den lærde Verden i Almindelighed, Bemærkninger, der kunde tjene til at forfuldkomne den øvrige Deel af Arbeidet.

Under Udførelsen af mine talrige Forsøg over Vædskernes Sammentrykning, har jeg havt Anledning til endnu at forbedre den Indretning jeg tidligere havde anvendt. Fig. 1<sup>1</sup> forestiller denne forbedrede Indretning. Ligesom i den tidligere Indretning, forestiller *ABCD* Gjennemsnittet af en oven med en Metalhette forsynet Glascylinder, hvis Fod naturligviis enten kan være en Fortsættelse af Glasset eller en Metalfod. Fremdeles er, som forhen, *GH* en Aabning i Metalhetten, hvori et Pomperør indskrues, hvilket oven bærer et paaskruet Laag *EF*, gennem hvis Midte gaar en Skrue *IK*, med hvilken et Stempel *lmno* kan føres op og ned. Aabningen *v* tjener endnu som før til at optage Tanden af Skruenøglen Fig. 2. Endeligen er Røret *rs*, som før, bestemt til at skaffe Vand ind og ud ad Pomperøret, og har ved *r* en Aabning, der under Sammentrykningen holdes lukket med en indskruet Metalprop, derimod forestiller *tuz* en senere anbragt Bieindretning, nemlig et Hævertør, som ved Hjælp af en gjennemboret Prop befæstes i Røret *rs*, og med den anden Ende staaer i et aabent Glas, og som tjener til at indsuge Vand i Pomperøret, eller uddrive det deraf. Naar man, til vore Forsøg vil skrue Pomperøret paa Glascylinderen, der allerede maa være fyldt med Vand, bringer man først Stempelet til den nederste Deel af Pomperøret; naar man da har befæstet det paa sit Sted, og Hæverten paa sit, og endelig bragt Munden *z* i et Glas Vand, saa kan man ved at skrue Stempelet op fylde Pomperøret med Vand. Naar man vil afskrue Pomperøret, kan man atter uddrive Vandet, ved, efter paasat Hævert, at drive Stempelet ned. Medens denne Tilsætning af Hæverten manglede, kunde man ikke afskrue Pomperøret uden at spilde Vand.

<sup>1</sup> [Findes ikke; se denne Udg. Fig. 5 og 6 S. 315.]

Flasken, *bbb*, med Røret *aa*, der nedsænkes i Cylinderen, og hvori Sammentrykningen maales, bestaaer vel endnu som før af en videre Deel og et Haarrør; men istedetfor at det forhen var sammen-smeltet til den videre Deel, har jeg fundet det i de fleste Forsøg nyttigt, og i nogle endog nødvendigt at lade Haarrøret være bevægeligt. Jeg lader derfor Haarrøret indslibe i Halsen paa Flasken *bbb*. Naar Røret har en nogenlunde betydelig Glastykkelse, og Flaskens Hals er snæver, lader dette sig godt udføre. Hvor en videre Hals behøves, som ved Sammentrykningen af faste Legemer, har jeg ladet et Haarrør smelte til et Stykke af et meget glastykt Rør, og ladet den saaledes dannede Prop indslibe. Flasken har altid været blæst til Hensigten, af et vidt Glasrør. Den øverste Deel af Haarrøret er ligeledes ved Slibning passet til en Trag, som paasættes, naar man har fyldt Flaske og Rør med en Vædske, hvis Varmegrad ved Indfyldningen er kjendelig forskjellig fra Vandets i Glascylinderen. Naar Flasken behørigt er fyldt, indtil det øverste af Halsen, og man da paasætter Røret med dets Trag, saa vil Vædsken ikke blot fylde Røret, men ogsaa stige noget op i Tragten. Naar man nu nedsænker Flasken og det meeste af Røret i Cylinderens Vand, og dette er koldere end Vædsken i Flasken, der som oftest har faaet Varme ved at berøres med Hænderne, saa tjener den i Tragten opstegne Vædske til at fylde det Rum, der ellers vilde været tomt, ved den Sammentrækning der ledsager Afkjølningen. Naar man gjør Forsøgene med Æther, kan en Afkjølning af nogle faa Grader fordre at man endnu tilgyder Æther.

I mine tidligere Forsøg har Haarrøret oven en tilsmeltet Trag, hvori der var Qviksølv, hvis Nedstigen tjente til at vise, hvor langt Vandet blev drevet ned under Sammentrykningen. Da denne Fremgangsmaade tillod nogle Tvivl over Størrelsen af Qviksølvets Medvirkning har jeg nu udeladt dette, og fundet at man ret godt kan see alt hvad der foregaaer, naar der blot er Luft over Vandet i Røret. Men nu blev det da nødvendigt, ved et nyt Middel at hindre Cylinderens Vand fra at trænge ind i Haarrøret. Dette skeer meget let, ved at hvælve over Røret en omvendt Trag, *ppp*, hvis snævre Ende er lukket, og hvis Rand er forsynet med Tyngsel nok, til at hindre Vandet fra at løfte den. Naar Tragten er behørig snæver for oven, kan man bruge et Tryk af mange Atmosphærer, uden at Vandet kommer op til Haarrørets Munding.

Ved Haarrøret er ligesom i den ældre Indretning anbragt en



Maalestok *efgh*, der helst inddeles i Fjerdedeel Linier; men i den ældre befandtes ved samme Maalestok et Rør fyldt med Luft, hvilket ikkun var snævert og kort: jeg har nu sat det luftholdende Rør for sig selv, og lader det være meget længere. Inddeelningerne ere slebne paa Røret; og for neden har det en Tyngsel. Jeg har dog i mange af Forsøgene brugt et mindre Rør, som det Figuren angiver. Dettes Inddeelning var meget ufuldkommen, men jeg har ved Udvejning med Qviksølv bestemt dem. Hvor dette Rør har været brugt, vil man altid finde Brøker i Atmosfærernes Antal. Det luftholdende Rør kalder jeg, efter dets Bestemmelse Kraftmaaleren. Saavel dette Rør som Flasken ere ved Snore fastgjorte til smaa Stykker Kork *ii*, der tjener dem til Bøier, og ved hvis Hjælp man let kan trække dem op.

Den saaledes forbedrede Indretning giver vel større Lethed i Forsøgene, og noget større Nøiagtighed, men i det væsentlige afvige Udfaldene af de Forsøg jeg hermed har foretaget over Vandet ikke fra dem jeg har erholdt med den ældre Indretning; hvilket da heller ikke kunde ventes. Man kunde maaske frygte for at Vædsken i Flasken skulde komme i Samqvem med Vandet udenfor, ved de Mellemrum, som altid bliver mellem Ujevnhederne af den matslebne Prop og Flaskehals; men at disse ikke tilstede et saadant Samqvem lod sig dog vente: og Forsøgene selv hæve al Tvivl, da Vædsken efter Trykkets Ophør altid kommer tilbage til samme Sted, som det var før Sammentrykningen, for saa vidt forandret Varmegrad ikke har Indflydelse derpaa.

Foran ethvert Forsøg, eller og naar Varmegraden under Forsøgene forandredes kjendeligt, løftes Røret *cd* ud af Vandet, paa det at den deri indeholdte Luft kan sætte sig i Ligevægt med den omgivende; men man lader det kun være faa Øieblikke over Vandet, paa det at Luften deri kan beholde Vandets Varmegrad, der ei altid er Atmosfærens; dog mager jeg altid at de staa hinanden meget nær. Ved Beregningen maa bringes i Erindring at Luften i Kraftmaaleren altid lider noget Tryk af Vandet. Da man gaaer ud fra den Forudsætning, at den er fuld af Luft, der har lige Spændkraft med Atmosfæren, saa fordres her en Rettelse for Vandets Tryk. En saadan Rettelse fordres ei for den Vædske, man bringer i Forsøg, fordi den iagttages først naar Flasken er nedsænket i Cylinderens Vand. Naar altsaa Luften i Kraftmaaleren er sammentrykt til det Halve, saa er dette ikke skeet ved Stemplets Tryk alene, men ved

Stempeltryk + Vandtryk, man har da ikke anvendt 2 Atmosphærens Tryk, eller med andre Ord lagt 1 Atmosphæres Tryk til det der var før, men man har tillagt et Tryk af 1 Atmosphære — Vandtrykket. Dette maa nu da udtrykkes i Qviksølvhøide, og drages fra den Qviksølvhøide, Barometret viser. Det forstaaer sig at Vandtrykket betyder forholdsvis mindre, med jo flere Atmosphærens Kraft man trykker. Det forstaaer sig ligeledes at Qviksølvet i Barometeret altid indføres, saaledes som den er, naar alle Rettelserne, blandt andet den for Varmen først ere foretagne. Naar jeg taler om 1 Atmosphære anslaaer jeg den altid til 336 franske Linier, endskjønt Middeltrykket er lidt større, men jo ikke endeligen bestemt. Thermometeret jeg har benyttet er det hundredgradige. At Varmegraden i Flasken maa være saa nøiagtigt som muligt den samme, som den i Glascylindren forstaaer sig selv.

#### QVIKSØLVETS SAMMENTRYKNING

Kundskaben herom er vigtig til Bedømmelsen af mange andre Forsøg, hvorfor Undersøgelsen herover her fortjener det første Sted. Man vil see at den frembyder adskillige Vanskeligheder, og at Qviksølvets Sammentrykkelighed er saa ringe at enhver Feil i Bestemmelsen deraf betyder meget med Hensyn paa den hele Størrelse, der skal bestemmes; men det vil ogsaa vise sig, at just paa Grund af dens Lidenhed, er nok for vore Øiemeder, at faa den nogenlunde nøie bestemt.

Man kan til Qviksølvets Sammentrykning ikke ligefrem bruge Flaske med indsleben Prop, da Qviksølvet, ifølge Haarrørvirkningen hindres fra ganske at udfylde det lille kiledannede Rum, der bliver mellem Proppens nederste Rand og Halsen; ved Trykket vil det derimod drives ind deri, og hæve al Overensstemmelse mellem Forsøgenes Udfald. Flasken maa da have tilsmeltet Haarrør, men den hele øvrige Indretning kan være som den nysbeskrevne. Den anvendte Flaske kunde ved en Varme af  $24^{\circ}$  C. modtage 1043,25 Franske Grammer Qviksølv. Røret var vel calibreret, og en Længde af 50 Linier deri optog 0,275 Gram Qviksølv, altsaa  $\frac{1}{4}$  Linie, som er een Afdeeling paa Maalestokken 0,0000013175 af det Hele. Qviksølvets tilsyneladende Udvidelse i Glaskar er  $\frac{1}{6400}$  eller 0,00015626 for hver Grad, hvilket giver 118 Afdeelingen for hver Atmosphære.<sup>1</sup> Man seer heraf hvor megen Forsigtighed man maa bruge i

<sup>1</sup> [3: Grad.]



Henseende til Varmeforandringerne, som her udrette Mere end 100 Atmosfærers Tryk.

Qviksølvet fyldtes i Flasken under Luftpompen, og der sørgedes omhyggeligt for at ingen Luftboble blev deri. Udkogningen havde vel været at foretrække, men fandtes ledsaget af mange Vanskeligheder, da en saa stor Masse skulde have sin eneste Udgang af et saa snævert Rør. I alle Tilfælde kunne vi være overbeviiste om at den Indflydelse, Mangel paa Udkogning kunde have, vilde vise Sammentrykningen større end den er; men man vil i det Følgende finde, at adskillige Bestemmelser er os sikkrede, naar vi vide, at vi ei have anslaaet den for lavt.

Da den omhandlede Flaske, fyldt med Qviksølv til henimod 10 Linier fra Haarrørets øverste Munding var bragt i Cylinderen, der forud var fyldt med Vand, fandtes det at Qviksølvet næsten uophørligt enten faldt eller steeg; hvilket og var at vente, da en fuldkommen Ligevægt af Varmen, hvor ikke engang en Forandring af  $\frac{1}{100}$  Grad finder Sted i Minutet, er meget vanskelig at opnaae. Forsøgene udførtes d. 29. og 30. Juni ved noget over  $24^{\circ}$  C. Naar Qviksølvet ikke faldt eller steeg 1 Afdeeling i et Minut, foretoges Forsøget; dog opnaaede man ofte en saadan Nærmelse til Ligevægten, at der ikkun skeede en Forandring af  $\frac{1}{2}$  Afdeeling i et Minut, ja endog lidt mindre. Da Forsøget ordentligviis varer  $1\frac{1}{4}$  Minut, saa kunde det ofte bringes derhen, at Qviksølvet, naar Stemplet var skruet tilbage igjen, ikkun stod  $\frac{1}{2}$  Afdeeling høiere eller lavere end før. Der antoges da at det i det Øieblik da Sammentrykningen var tilveiebragt skulde have staaet  $\frac{1}{4}$  over eller under det Punkt, hvorfra man var gaaet ud ved Sammentrykningen. Naar Qviksølvet var i Falden før Forsøgene, modtog Vandet i Cylinderen, og siden Qviksølvet i Flasken, Varme, ved Behandlingen med Hænderne og ved Iagttagernes Nærhed. Man opnaaede da undertiden et Hvilepunkt for Varmen, hvor Qviksølvet efter Forsøget netop kom tilbage til Stedet, hvor det stod. Saavel ved disse, som ved de fleste følgende Forsøg, iagttog jeg den flydende Materies Stilling i Flaskens Haarrør, medens en Anden iagttog Luftens Sammentrykning i det lange og vide Rør.

De første brugbare Forsøg foretoges d. 29. og 30. Juni, paa hvilke to Dage Lufttrykket svarede til en Qviksølvsøile der ved Frysepunktet vilde have  $338\frac{1}{2}$  franske Liniers Længde. De mindre

Brøker af Linier forbigaaes her som overflødige til den tilsigtede Nøiagtighed.

Ved en Kraft, hvorved Luften i Kraftmaaleren bragdes til et 5,736 gange mindre Rum, Tillægget til Atmosfærens Tryk altsaa var 4,736 gange dennes, det er = 1593 Lin. Qviksølv, bragdes Qviksølvet hver Gang 4 Afdeelninger ned. Da disse udgjøre 4. 0,0000013175 = 0,00000527 af det Hele, saa gjør dette for 336 Linier 0,00000111. Herved er der forudsat at Sammentrykningen forholder sig som de sammentrykkende Kræfter, hvilken, af flere Grunde høist sandsynlige Forudsætning de følgende Forsøg bekræfte.

Ved en Sammentrykning, 3,55 Dagens Atmosfære, erholdt man en Sammentrykning af 3 Afdeelninger, hvilket giver 0,00000112 for hver Atmosfære. Ved et Tryk liig 6,62 gange Atmosfærens var Sammentrykningen  $5\frac{1}{2}$  Afdeelinger, hvilket giver 0,00000110 for hver Atmosfære. Jeg maa dog herved anmærke, at den store Overensstemmelse i Tallene her ikke kan ansees, som Borgen for en fuldkommen Nøiagtighed; thi en Feil i Iagttagelsen, var det end kun paa  $\frac{1}{4}$  Afdeeling, eller  $\frac{1}{16}$  Linie vilde her frembringe meget store Uoverensstemmelser; saa at jeg maa tilstaae at denne Sammentræffen af de forskellige Forsøg, hvilken først blev kjendelig da alle Rettelser vare gjorte, overraske mig selv, uden derfor at indgyde mig en større Tillid til disse Forsøg, end jeg burde have til de øvrige. Under Forsøgene bemærkedes en hoppende Bevægelse af Qviksølvet i Haarrøret, som vistnok hidrørte derfra, at det Tryk, Flaskens Sidevægge skulde modtage indenfra, ikke saa hurtigt kunde virke gennem det yderst snævre Rør, som det udvortes Tryk kunde virke paa deres modsatte Side. Ved de Vædske der have stærk Vedhængning ved Glasset, viser denne Bevægelse sig ikke.

For at sætte det her erholdte Udfald paa Prøve, foretog jeg mig endnu et Par andre Rækker af Forsøg.

Ved en Barometerhøide af 338 Franske Linier, og en Varmegrad af  $15^{\circ}$  C. fyldtes en Flaske, der kunde modtage 963,135 Grammer Qviksølv, ved  $14\frac{1}{2}^{\circ}$  C. først saavidt med Qviksølv, at dette udgjorde 928,545 Grammer Resten fyldtes med Vand, og Proppen med Haarrøret paasattes. Det Vand som blev tilovers, efter at Proppen havde uddrevet det overflødige, indtog da samme Rum som 34,59 Qviksølv. Hver Afdeeling i Røret modtog 0,000002535 af det Hele. Det Luftholdende Rør var her ei saa høit, som det i Fig. 1 er antydnet, men



de forskjellige Afdeelingers Rumhold var i øvrigt bestemt ved Udveininger med Qviksølv. Ved en Række af Forsøg, med selv samme Redskab, over Vandets Sammentrykning, og hvorom siden mere, havde man erholdt som Middeltal 17,615 Afdeelingers paa Maalestokken, eller 44,65 Milliondele af det Hele, for 336 Linier Qviksølvtryk.

Den efterfølgende Tavle viser i den første Rad Trykkene bestemt i Franske Linier Qviksølvhøide, den anden hvor Vædsken stod i Haarrøret før Sammentrykningen, den tredje viser Samme efter Trykkets Gjenophævelse, den fjerde Middeltallet af disse to Stillinger, den femte hvor dybt Vædsken bragdes ned ved Trykket.

Tillægget til Atmosphærens Tryk, i Qvik- sølvhøide, Franske Linier	Vædskens Stilling i Haarrøret		Middeltal heraf	Vædskens Nedtryk- ning	Størrel- sen af Nedtryk- ningen	
	før Forsøget	efter Forsøget				
955,04	59	58,5	58,75	55,5	3,25	Middeltal heraf 2,94 Herefter vilde 336 Lin. Tryk give 1,034 Afdeel.
Samme	52,25	52,5	52,375	49,75	2,625	
1590,06	56	55	55,5	51	4,50	Middeltal heraf 4,19 Dette giver for 336 Lin. 0,885
	53	52,5	52,75	48,5	4,25	
	52,5	53	52,75	48,75	4,00	
	53	53	53	49	4,00	
2227,76	55	53,75	54,375	48	6,375	Middeltal heraf 6,208 Dette giver for 336 Lin. 0,936
	52,5	52,25	52,375	46	6,375	
	52	52,25	52,125	46,25	5,875	

Samtlige give de for 336 Lin. Qviksølvtryk Tallet 0,952 Afdeelingers; hvilket udgjør 0,000002413 af det Hele men efter andre Forsøg vilde Vandet tabe 0,00004465 ved 336 Liniers Qviksølvtryk.

Men det Vand, her var tilstede, indtog  $\frac{34,59}{963,135} = \frac{1}{27,87}$  af den hele

Vandmasse, som Flasken kan optage. Divideres hermed 0,00004465, saa erholdes 0,0000016, hvilket draget fra 0,000002413 giver 0,00000081 altsaa kun lidet over 8 Timilliondele. Man seer at Udfaldet af disse Forsøg afvige 3 Timilliondele fra de af de forrige.

Da alle disse Forsøg endnu ikke forekom mig tilfredsstillende, og de sidste især, uagtet al anvendt Omhyggelighed, havde den Feil, at Vandets Mængde deri var alt for stor, saa at enhver Feil, der kunde ligge i de Størrelser, man havde uddraget af andre Forsøg, for deraf at beregne disse, let kunde have en stor Indflydelse, saa foretog jeg de samme Forsøg med en bekvemmere Indretning.

Flasken havde nemlig en meget snæver Hals, og kunde fyldes næsten ganske med Qviksølv, uden at hindre det indslebne Haar-rør fra at staa i Vand. Den kunde modtage 1087,637 Grammer Qviksølv ved  $14^{\circ}$ . Røret var meget nøie calibreret; og en Qviksølv-masse som deri indtog 75,5 Lin. eller 302 Afdeelingen veiede 0,625 Gram. Veiningen af Qviksølvet i Flasken skeede her, som ved de øvrige Forsøg paa en stor *Fortinsk* Vægtskaal, som Universitetets Instrumentsamling har til Laans fra Herr Justitsraad og Ridder *Manthei*, Veiningen af Qviksølvet i Røret paa en yderst fiin Vægtskaal af *Robertson* i London. For at beholde Gramvægten brugdes Platinlodder forfærdigede af *Fortin*. Af de angivne Tal, seer man let, at hver Afdeeling betydede 0,000001902 af Flaskens hele Rumhold. Man fyldte til nævnde Forsøg 1085,72 Gram Qviksølv i Flasken, og lod Qviksølvet antage  $14^{\circ}$  Varme, der blev da ikkun Rum tilbage for 1,917 Qviksølv, der ikkun udgjør 0,00176 af den hele Masse. Dette Rum fyldtes med Vand. Forsøget foretoges paa en Dag, da Lufttrykket var 328,7 Linier Qviksølv, til  $0^{\circ}$  C. Luften i Stuen havde  $14^{\circ}$  C. Luften i Kraftmaaleren sammentryktes hvergang til 5,736 gange mindre Rum, antydede altsaa et Tillægs-tryk af 4,736 gange Atmosfærens = 1556,723 Linier Qviksølv, hvorfra 11,956 fradrages for Vandets Tryk paa Luften i Kraftmaaleren. Der bliver altsaa tilbage 1544,77 Linier. Man sørgede for at Varmen i Redskabet kom saa godt i Ligevægt som muligt; dog meddeelte enhver Berøring af Haanden en Varme, der snart trængde gennem Cylinderen og Vandet ind i Flasken og Qviksølvet, og fik dette til at stige adskillige Afdeelingen. Da een Grads Varme i dette Redskab maatte bringe Qviksølvet til at stige 80 Grader, saa indseer man let at en fuldkommen Stilstand maatte være vanskelig at opnaae.

Vandets Høide i Haarrøret før Trykket	efter Trykket	Middeltal heraf	Nedbragt ved Trykket til	Sænkningens Størrelse
208	211	209,5	204	5,50
232	235,5	233,75	230	3,75
236	239	237,5	233	4,50
239,5	242	241,25	237	4,25
247	251	249	244,5	4,50
256	255,5	255,75	251	4,75
255,5	257	256,25	252	4,25
265	267	266	262	4,00
240	242,5	241,25	237	4,25
Summa 39,75				



Middeltallet af de 9 Forsøg giver da 4,4166 Afdeelingen. Bortkaster man de to første Forsøg, der synes foretagne før Varmen var kommen ret i Ligevægt, saa faaer man Summen 30,50 eller Middeltallet 4,36 som iøvrigt kun afviger ubetydeligt fra de forrige. Disse 4,36 Afdeelingen udgjøre 0,000008293 af det Hele. Vandet skulde ved et Tryk af 1544,77 have lidt en Sammentrykning af 207 Milliondele. Men da Vandet her ikkun udgjorde 0,00176 af det Hele, saa kunde dets Sammentrykning her kun beløbe sig til 0,000000364. Der bliver da ikkun 0,000007929 tilbage for Qviksølvets Sammentrykning, hvilket for 336 Linier giver 0,00000172. Dette stiger da 6 Timilliondele over vort første Resultat, og hele 9 Timilliondele over det andet. Tages Middeltallet af alle tre Rækker, saa have vi 0,00000122 eller lidet over  $1\frac{1}{5}$  Milliondeel.

Man vil ikke undres over den tilsyneladende store Afvigelse mellem disse Forsøg, naar man betænker at her handles om Timilliondele af det Hele. Middeltallet tør man vel haabe afviger ingen  $\frac{1}{3}$  Milliondeel fra Sandheden, sandsynligviis ikke engang  $\frac{1}{4}$  af en Milliondeel. Dette er vistnok Meget i Forhold til Qviksølvets Sammentrykkelighed; men man har dog nu den Fyldestgjørelse at vide, at det Tryk hvorfor Qviksølvet udsættes i et Barometer eller Thermometer ikke deri kan frembringe en saa mærkelig Forandring, at dette kunde have Indflydelse paa vore Iagttagelser. Thi da Qviksølvets tilsyneladende Udvidelse i Glaskar for een Grad er 0,000156, dets Sammentrykning derimod ikkun 0,00000122, eller efter de høieste Resultater 0,00000173 for hver Atmosphære, saa sees let at der fordres et Tryk af omtrent 100 Atmosphærer, for at forandre Qviksølvets Rum saa meget som 1 Grad Varme formaaer.

Der kunde vel ikke være nogen Tvivl om, at jo Trykket, der udøvedes paa Qviksølvet, ikke formaaede at hindre Virkningen af Varmens udvidende Kraft; imidlertid troede jeg dog at burde bringe denne Sag under Forsøg. Jeg lod derfor den sammentrykende Kraft vedblive at virke 1 eller flere Minuter, og fandt at Qviksølvet i Haarrøret steeg ligesaa meget under Sammentrykningen, som den strax før eller efter steeg naar det var frit for dette Tryk. Ganske nøiagtige Forsøg ere her vanskelige, da Varmeforandringen let i eet Minut kan være noget anderledes end i et andet. I et af Forsøgene lod jeg Sammentrykningen vedligeholde paa samme Punkt, efter Kraftmaalerens Angivelse, et Minut; Vædsken i Haarrøret var imidlertid steget fra 223 til 226,5 altsaa

3,5 Afdeeling, eller  $\frac{3,5}{80}$  Grad; saasnart Trykket ophørte steeg den til 232,5 eller 6 Afdeelingen. Antager man at Stempelets Tilbage-skruning, tillige med lagttagelsen over Stillingen af Vædsken i Røret, efter hævet Tryk, medtog  $\frac{1}{2}$  Minut, og at Vædsken i denne Tid steeg  $\frac{1}{2} \cdot 3,5 = 1,725$  Afdeeling, saa blev af de 6 Afdeelingen kun tilbage 4,375, hvilket afviger overmaade lidet fra Middeltallet 4,36. I et andet Forsøg lod jeg Trykket vedvare 3 Minuter uforandret. Vædsken i Haarrøret steeg imidlertid fra 240,5 til 247, altsaa 6,5 Afdeeling. Ved Trykkets Ophør steeg den til 252, altsaa 5 Afdeelingen høiere. Antage vi her atter at Gjenoprettelsen af Ligevægten med Atmosfæren varede  $\frac{1}{2}$  Minut, og at Stigningen imidlertid udgjorde  $\frac{1}{6} \cdot 6,5$  eller omtrent 1,1, saa bliver tilbage 3,9, som vel er længere fra Middeltallet end det forrige, men dog kun 0,47 Afdeeling, hvilket endnu ei udgjør fulde 6 Tusinddeele af en Grad.

---

## ON THE RELATIVE COMPRESSIBILITIES OF DIFFERENT FLUIDS AT HIGH TEMPERATURES

BY H. C. OERSTED,

PROFESSOR OF NATURAL PHILOSOPHY IN THE UNIVERSITY OF COPENHAGEN,  
F. R. S. LOND. AND EDIN. AND CORRESPONDENT OF THE INSTITUTE OF FRANCE

COMMUNICATED IN A LETTER TO DR. BREWSTER

---

(THE EDINBURGH JOURNAL OF SCIENCE, CONDUCTED BY DAVID BREWSTER, LL. D.  
VOL. VI. P. 201—202. EDINBURGH 1827)<sup>1</sup>

*Copenhagen, December 30th 1826.*

Having in the course of last summer performed a very great number of experiments on the compressibility of different fluids, and particularly on the compressibility of water at high pressures, I am now about to calculate the corrections which must be introduced for the variations of atmospherical pressure, temperature, &c. As soon as the paper is finished I will send you a

---

<sup>1</sup> [Also to be found in: *Schweiggers Journal für Chemie u. Physik*. Bd. 51. P. 112—114. Halle 1827. *Bibliothèque universelle*. Tome 36. P. 127—129. Genève 1827. — *Ann. de chimie*. Tome 37. P. 104—105. Paris 1820. — *Poggendorffs Annalen der Physik*. Bd. 9. P. 603—604. Leipzig 1827. — Det kgl. danske Videnskabernes Selskabs Oversigter 1826—27. P. 12—13. København. All the essays from the *»Videnskabernes Selskabs Oversigter«* will be found at the end of this volume.]



translation of it. The following results, however, will not be much affected by these corrections.

1. As far as the strength of my apparatus has permitted me to push the compression of water, (viz. seventy times that of the atmosphere) the compressibility is in proportion to the compressing powers.

The compression produced by one atmosphere, as already stated by Canton, is about *forty-five millionth* parts of the volume. Mr. Perkins has obtained by a pressure of one hundred atmospheres, a compression equal to 0.01 (one hundredth of the volume) which is much more than could be expected from my experiments. From calculations founded on the results of experiments made with pressures beneath seventy atmospheres, I have obtained only 0,0045 for 100 atmospheres.

In consequence of this great discrepancy between my results, and those of that highly distinguished inventor, I have repeated them with great care, and, from their simplicity, I believe there is not much room to doubt of their accuracy.

2. In so far as I have tried the temperature of compressed water (to forty-eight atmospheres) *no heat is liberated by its compression*.

3. The compressibility of *mercury* is not much greater than *one-millionth* of its volume by one atmosphere.

4.<sup>1</sup> The compressibility of *sulphuric ether* is nearly *thrice* that of *alcohol*; nearly *twice* that of *sulphuret of carbon*, but only *one and a third* that of *water*.

5. The compressibility of *water* containing *salts, alkalies, or acids*, is less than that of *pure water*.

6. The compressibility of glass is exceedingly small, and very greatly beneath that of *mercury*.

---

<sup>1</sup> [This passage must have been misunderstood; it should read as follows: The compressibility of sulphuric ether is nearly thrice, that of alcohol nearly twice, that of sulphuret of carbon only one and a third that of water.]

# MÉTHODE ÉLECTRO-MAGNÉTIQUE D'ESSAYER L'ARGENT ET D'AUTRES MÉTAUX, INVENTÉE

PAR MR. H. C. ØERSTED

(ARTICLE COMMUNIQUÉ PAR L'AUTEUR)

(ANNALES DE CHIMIE ET DE PHYSIQUE, PAR MM. GAY-LUSSAC ET ARAGO. TOME 39. P. 274—287. PARIS 1828)<sup>1</sup>

La préférence qu'on a toujours accordée à certains métaux, regardés comme plus nobles que les autres, dépend surtout du degré d'immutabilité qu'ils montrent sous l'action de l'air, de l'eau, du feu ou d'autres forces chimiques de la nature; mais la résistance contre ces agens est en rapport avec la vertu qu'ont ces métaux de s'unir à l'oxygène. Moins le métal attire ce gaz, et mieux il conserve en général sa nature métallique sous l'action des corps étrangers. On pourrait aussi dire que moins un métal est combustible, plus il mérite la qualification de noble. Il est évident qu'on prend ici le mot combustible dans le sens chimique, selon lequel tout changement de la nature de celui qu'opère le feu dans les corps est qualifié de ce nom. C'est dans cette acception du mot que les chimistes disent qu'un métal subit la combustion dans un acide au moment qu'il va s'y résoudre. Mais la disposition qu'ont les métaux à se résoudre ainsi par la combustion, est encore en rapport avec leur vertu de produire une émanation électrique, quand deux d'entre eux sont mis en contact avec un fluide convenable ou avec eux-mêmes, c'est-à-dire, quand ils forment ensemble une chaîne chimique. Dans de tels cas, c'est toujours du métal le moins combustible que l'émanation se fait vers l'autre. La combustion dépend encore de la nature du fluide. Le métal qui, dans un certain fluide, est plus susceptible de combustion qu'un autre, l'est peut-être moins dans un fluide d'une nature différente, d'où il résulte qu'on ne peut dire qu'un métal est, dans tous les cas, plus ou moins combustible qu'un autre, mais seulement qu'il l'est au total. La direction de l'émanation électrique peut donc servir à nous indi-

<sup>1</sup> [On trouve aussi cet extrait dans: *Schweiggers Journal für Chemie u. Physik*. Bd. 52. P. 14—26. Leipzig 1828. — *Erdmanns Journal für technische und ökonomische Chemie*. Bd. 2. P. 90—100. Leipzig 1828. Et le même contenu dans: *Ursins Magazin for Kunstnere og Haandværkere*. Februar 1828. P. 441—50. Kiøbenhavn. — *Det kgl. danske Videnskabernes Selskabs Oversigter*. 1826—27. P. 13—14. Kiøbenhavn. Tous les extraits de »Videnskabernes Selskabs Oversigter« se trouvent à la fin de ce volume.]



quer les principaux rapports chimiques des métaux, ce qui doit nous conduire à distinguer les différentes sortes d'alliages. Il est vrai que l'apparition d'une faible émanation électrique est ordinairement imperceptible, mais, par son effet magnétique, on peut la rendre sensible d'une manière frappante. L'avantage qu'on peut tirer de ces phénomènes n'a pas entièrement échappé à l'attention des physiciens; mais, avant M. *Ørsted*, personne ne les avait encore soumis à des expériences ou à des observations exactes.

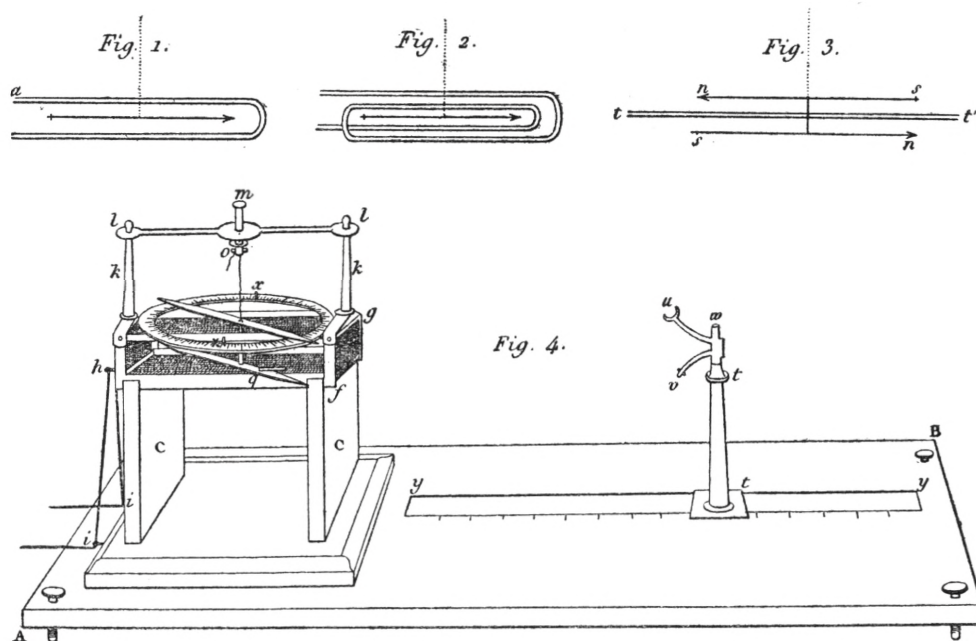
Dans les cours publics établis par la Société de la propagation des connaissances physiques en Danemarck, M. *Ørsted* expliqua cette théorie l'année passée; mais il ne fit des expériences qu'avec deux métaux. Des observations réitérées semblent maintenant avoir donné à la théorie une grande certitude. Dans le rapport qu'en a fait M. *Ørsted* dans le Journal intitulé: *Magazin for Kunstnere og Haandværkere*,<sup>1</sup> février, 1828, il exprime pourtant le désir qu'on ne regarde encore cette nouvelle méthode d'essayer les métaux que comme un essai susceptible d'une plus grande perfection. Mais ce qui est suffisamment prouvé, c'est que cette méthode offre de grands avantages sur la touche ordinaire. L'épreuve de l'argent ne fait qu'une partie de cette théorie électro-magnétique: elle est applicable à tous les autres métaux; mais chaque nouveau métal exige de nouvelles expériences. Nous donnerons ici une description détaillée de la manière d'essayer l'argent, telle qu'elle a été proposée par M. *Ørsted*.

Le multiplicateur électro-magnétique a été inventé par M. *Schweiger*, professeur de l'université de Halle, quelques mois après la découverte de l'électro-magnétisme; depuis ce temps, plusieurs physiciens ont perfectionné cet instrument. Les dernières améliorations qu'il a reçues sont dues à M. *Ørsted*. Il s'emploie très-avantageusement à découvrir d'une manière prompt le quel des deux métaux s'unit le plus facilement à l'oxygène.

La théorie de l'instrument est fondée sur l'effet magnétique de l'émanation électrique. Quand on place un fil de métal très-près d'une aiguille aimantée qui est mobile, de manière qu'il soit parallèle à cette aiguille, et qu'on y fait passer une émanation électrique, celle de préférence qui accompagne une opération chimique, l'aiguille prend une autre direction. Si l'émanation, c'est-à-dire le

<sup>1</sup> Magasin pour les arts et métiers, rédigé par M. *Ursin*, professeur et docteur en philosophie. Copenhague, chez Gyldendahl.

passage d'une électricité positive (+) à une négative (—), se fait de la main droite de l'observateur à sa gauche, la partie supérieure du fil, qu'on appelle aussi le conducteur, éloignera de l'observateur la pointe septentrionale de l'aiguille, tandis que le côté inférieur du fil la tournera vers lui. Pour comprendre le mécanisme de cet instrument, il suffit de connaître des lois de l'électro-magnétisme,



cet effet opposé que produisent sur l'aiguille aimantée les deux côtés opposés du conducteur.

Il en résulte que, si l'on mettait un fil de métal au-dessus de l'aiguille aimantée et un autre au-dessous, et qu'on fît passer de l'électricité dans l'un et l'autre sur la même direction, l'effet de ces deux fils sur l'aiguille s'anéantirait réciproquement. Au contraire, si l'électricité se répandait sur les fils de métal dans une direction opposée, leurs forces se joindraient pour tourner du même côté la même pointe de l'aiguille aimantée. En conséquence, si l'on passe un fil de métal autour d'une aiguille aimantée, comme nous le représente la fig. 1<sup>re</sup>, et qu'on fasse entrer de l'électricité par *a*, l'émanation électrique suivra une direction opposée, selon qu'elle passe au-dessus ou au-dessous de l'aiguille, et l'effet produit sur l'aiguille sera le double de ce que donnerait un fil égal.

Si l'on plie le fil de métal comme il est représenté par la figure



2, l'effet sera quatre fois plus grand que celui d'un fil de métal simple. L'effet s'augmente toujours à mesure que le fil fait plus de tours.

On pourrait rendre l'effet de l'émanation électrique plus sensible encore, si, à l'aide d'un fil de laiton ou d'un autre métal, on réunissait deux aiguilles aimantées sur une direction opposée, comme nous le représente à la troisième figure *ns* et *sn*, et qu'on placât alors entre les aiguilles le fil de métal *tt'* pour servir de conducteur à l'électricité.

Si ces aiguilles avaient la même direction, elles tendraient à se tourner chacune d'un côté opposé; mais, étant placées dans une direction contraire, elles se tourneront toutes deux du même côté, par la raison que le conducteur se trouve au milieu des deux aiguilles, c'est-à-dire au-dessus de l'une et au-dessous de l'autre. On y gagne encore que la tendance des aiguilles à se diriger vers le sud ou vers le nord se neutralise plus ou moins par leur action réciproque. Si les aiguilles sont de la même force, la neutralisation sera parfaite, et la moindre force extérieure pourra leur faire quitter leur position. Si les aiguilles sont d'une force inégale, la tendance de leur direction équivaut à la différence entre les forces respectives des aiguilles.

Il est donc évident que des deux méthodes pour doubler la force des aiguilles, celle qui est représentée à la deuxième figure et celle que nous montre la troisième, peuvent se réunir, et c'est ce qui a été fait dans le multiplicateur électro-magnétique dont nous allons maintenant faire la description.

*AB*, fig. 4., est un pied de bois avec une vis à chaque coin pour placer l'instrument horizontalement. *C* et *C* sont deux colonnes qui soutiennent le cadre *fg*, autour duquel un fil de métal, qui désormais sera nommé le fil conducteur ou le fil multiplicateur, est enveloppé plusieurs fois, afin que la plus faible émanation électrique, en y passant, puisse produire un grand effet sur l'aiguille aimantée sur laquelle elle doit agir. Un tel fil conducteur pourra bien être long de 50 à 60 pieds, et faire plus de cent tours; mais les tours doivent être isolés de manière à ne pas se toucher; ce à quoi l'on arrivera en entourant de soie le fil de métal avant de le passer sur le cadre.

La hauteur du cadre doit être aussi petite que possible, pour que les tours du fil entourent l'aiguille aimantée de bien près.

Le fil conducteur étant ainsi enveloppé autour du cadre, chacun de ses bouts passe par un petit anneau. L'instrument a deux tels anneaux, mais la figure n'en représente qu'un (*h*). Les bouts du conducteur passent encore par les anneaux *i, i*, dont l'un est caché par d'autres parties de l'instrument. *k, k* sont deux petites colonnes en ivoire ou en bois qui soutiennent la traverse *ll*, à travers le centre de laquelle on peut monter ou descendre le petit cylindre *mo*, qui est garni d'un bouton *m*. Au milieu de la partie inférieure *o* est une petite ouverture qui communique avec un trou de travers fermé par un pivot qu'on voit immédiatement sous l'anneau placé au-dessus de *o*. A travers le trou *o* passe l'un des bouts d'un fil de ver à soie, qu'on a ensuite enfilé dans une des entrées du trou de travers, et attaché enfin au pivot mentionné. On voit bien que cette invention peut servir à arrêter l'aiguille quand elle a été mise en vibration.

C'est au fil de ver à soie marqué *x* qu'on suspend l'aiguille. Cette aiguille est composée de deux aiguilles aimantées unies ensemble, comme on le voit dans la fig. 3. Le cercle qui montre les degrés est en verre, matière préférable au laiton, qui souvent est magnétique. En *q* est placé un crochet propre à retenir l'aiguille quand l'instrument doit être transporté. Un autre crochet pour le même usage se trouve de l'autre côté. Quand on veut employer la machine, on dégage d'abord l'aiguille; quoique dégagée, elle est encore en repos jusqu'à ce que le cylindre *mo* soit monté. L'anneau près de *o* arrête le cylindre, et empêche qu'elle ne s'élève trop haut. Une caisse de verre, qui couvre tout le cadre, met l'aiguille à l'abri des courans d'air; la caisse de verre a un trou en haut, par où passe la tête du cylindre *mo*; *tt* est une colonne perpendiculaire qui peut glisser dans la rainure *yy*, au bord de laquelle est une échelle pour mesurer la distance de la colonne à l'aiguille. *uv* est un aimant en fer à cheval avec deux pivots, dont l'un peut se voir en *w*, et dont l'autre entre dans un trou pratiqué dans la colonne. Cet aimant se laisse ôter et tourner de manière à venir reposer sur le pivot *w*. Il sert à augmenter ou à diminuer la force avec laquelle l'aiguille tend à se diriger vers le nord. On augmente cette force en plaçant l'aimant en fer à cheval de manière que chacun de ses pôles se trouve en opposition avec le pôle contraire de l'aiguille, et on l'affaiblit quand chacun des pôles de l'aimant se place vis-à-vis de celui de l'aiguille qui est du même nom. On conçoit bien



que la distance où se trouve l'aimant en fer à cheval de l'aiguille y doit faire beaucoup.

L'aiguille étant le plus souvent disposée à prendre une certaine direction, on tourne l'instrument jusqu'à ce qu'on voie l'une de ses pointes donner sur le zéro du cercle gradué, ou, ce qui est le même, jusqu'à ce qu'elle fasse des vibrations égales des deux côtés du 0; puis on observe l'autre bout de l'aiguille, pour voir si elle se trouve également en repos sur 0, ou si elle fait des vibrations égales des deux côtés; s'il en est ainsi, tout est en ordre; sinon le milieu de l'aiguille, ce qui veut dire ici l'aiguille supérieure, n'est pas exactement au-dessus du centre du cercle; et, cela venant de ce que l'instrument penche d'un côté, on a recours aux vis du pied de l'instrument pour corriger le défaut.

Si l'aiguille a une trop forte direction vers un des pôles, il faut placer l'aimant en fer à cheval de manière à l'affaiblir.

Aux deux côtés du cercle se trouve à  $90^0$  un pivot  $z$  qui empêche l'aiguille de pousser ses vibrations plus loin.

L'usage de cet instrument dépend à présent de ce que l'oxidation des métaux produit une émanation électrique. Quelques exemples serviront à l'éclaircir. Si l'on applique une pièce de zinc à l'un des bouts du fil multiplicateur, et une pièce de cuivre à l'autre, et qu'on mette ensuite ces deux métaux en communication avec de l'eau, une émanation électrique passera par le fil multiplicateur et viendra faire tourner l'aiguille. La même expérience pourra se faire avec les métaux plus nobles, par exemple, avec une pièce d'argent et une autre de cuivre; mais l'effet alors ne sera pas fort, à moins qu'on n'ait mêlé l'eau avec de l'acide, de l'alcali ou du sel.

Il faut faire observer que, dans toutes ces expériences, les parties des métaux et du fil qui se touchent doivent être d'un poli parfait. Le bout de l'aiguille qu'on a vu se tourner une fois vers le métal plus noble, suivra la même direction dans chaque nouvelle expérience qu'on fera avec d'autres métaux.

La différence plus ou moins grande dans l'oxidabilité des deux métaux fait tourner l'aiguille plus ou moins; ce qui suit naturellement de la différente force de l'émanation électrique. On parvient ainsi à connaître dans quel rapport se trouve l'oxidabilité de deux métaux comparés l'un à l'autre.

L'argent allié avec du cuivre, quand on le compare à l'argent pur, doit être regardé comme le moins noble. On pourra, en con-

séquence, essayer de l'argent à l'aide d'un multiplicateur électromagnétique. Un tel essai demande, au lieu d'aiguilles d'essai ou de touchans, des lames d'argent de toutes les sortes de puretés, depuis l'argent le plus fin jusqu'au cuivre. Celles qu'on a employées jusqu'à présent ont été longues de trois à quatre pouces, sur une largeur de trois quarts de pouce.

Quand maintenant on voudra essayer une pièce d'argent, on commencera par examiner l'émanation électrique qu'elle produira avec une des lames d'essai moyennes, par exemple, avec celle en argent à 12 deniers.<sup>1</sup> A cet effet, on joindra la lame employée pour l'essai à l'un des bouts du fil multiplicateur, et l'argent qu'on veut essayer à l'autre bout du fil; puis on mettra la lame et l'argent en contact avec une substance poreuse, pénétrée d'acide hydro-chlorique; l'aiguille du multiplicateur montrera aussitôt, si l'argent qu'on essaie est plus ou moins noble que celui de la lame. S'il est plus noble, on fera l'essai avec la lame d'argent à 14 deniers; s'il est alors inférieur à l'argent de cette lame, on l'essiera avec la lame d'argent à 13 deniers; mais, s'il n'est pas encore égal au nombre de deniers de cette lame, on verra aisément, par la déviation de l'aiguille, s'il se tient entre l'argent à 12 deniers et celui à 13, ou entre l'argent à 13 deniers et celui à 14. On découvrira aussi facilement dans cet essai combien l'argent diffère de celui à 13 deniers; car, supposé que l'aiguille dévie de 9 degrés à gauche ou à droite, quand on compare la lame à 13 deniers à la précédente ou à la suivante, une déviation de 3 degrés montrera une différence de  $\frac{3}{9}$  demi-onces ou de 6 grains.

Cet exemple montrera aisément le procédé à suivre dans tous les autres cas.

Il ne faut pas se borner à essayer l'argent avec un seul conducteur humide. Cela ne suffisait que dans le cas où l'on était sûr que l'argent n'était allié qu'avec du cuivre; il peut aussi être allié avec du laiton, et quelquefois même avec du cuivre blanc, qui est une composition de cuivre rouge et d'arsenic. En employant pour conducteurs plusieurs fluides, on découvrira de quelle nature est l'alliage.

---

<sup>1</sup> Le denier de fin ou de loi en Danemarck se divise en 16 parties ou demi-onces, et chaque once se sous-divise en 18 grains. En prenant 20 lames d'essai différant l'une de l'autre de 5 pour cent, on pourra peut-être le plus facilement adopter le denier de fin de Danemarck à celui de France.



Si, dans l'essai fait avec de l'acide hydro-chlorique, on a trouvé le nombre de deniers apparens d'un argent qui contient du laiton, et qu'ensuite on réitère l'essai en employant pour conducteur intermédiaire une solution de potasse caustique, la déviation de l'aiguille mettra l'argent allié avec du laiton d'environ une once plus bas. Or, si un argent dont on ne connaît pas le nombre de deniers, se montre d'une once ou d'une demi-once plus bas avec une solution de potasse qu'avec un acide hydro-chlorique, on est en droit de conclure qu'il est allié avec du laiton. De l'argent qui est allié avec du cuivre blanc perdra encore davantage dans l'essai fait avec une solution de potasse; il pourra même se montrer de 7, de 8 ou de 10 inférieur.

S'il se trouve que l'argent soit allié avec plusieurs métaux ignobles, on pourra faire l'essai avec plusieurs conducteurs humides, en suivant toujours les règles indiquées par la chimie.

Nous allons maintenant exposer ce qu'il y a à observer pour que l'essai acquière toute l'exactitude désirable.

Une superficie égale de l'argent à essayer et de la lame d'essai doit se mettre en contact avec le conducteur humide. On y parvient en donnant à la substance poreuse et intermédiaire une largeur moins grande que celle de la lame d'essai. Les deux pièces d'argent doivent, autant que possible, toucher au conducteur humide en même temps.

Les superficies doivent être uniformes; pour cela, il est bon de polir avec de la pierre-ponce réduite en poudre les parties de l'argent à essayer et de la lame d'essai, qui doivent se mettre en contact avec le fluide intermédiaire. Les lames d'essai, polies ainsi une fois, n'auront besoin désormais que d'un léger nettoyage, qui ne les use pas beaucoup. De l'argent fondu, qui n'a pas été battu, ne peut être essayé par des lames d'argent battu; il faut, dans un cas, ou battre l'argent, ou l'essayer avec de l'argent de la même nature. Quelquefois les superficies se dépolissent (se ternissent) pendant l'essai; il faut alors les repolir et réitérer l'essai; ce qu'on évite en faisant cesser, aussitôt que possible, le contact du métal et du fluide.

On peut employer en substance intermédiaire, du drap non teint, ou de l'amidon lavé, bien trempé dans le fluide qu'on emploie. Si c'est de la potasse caustique, elle ne doit pas être con-

centrée dans la solution; mais plutôt assez délayée. De l'acide hydro-chlorique peut aussi être un peu délayé.

Il ne faut pas oublier de réunir par un bon contact métallique les deux métaux et les bouts du fil multiplicateur. Le contact doit se faire sur les deux côtés intérieurs ou sur les côtés extérieurs des métaux, et à peu près à égale distance du fluide.

Quand tout est réuni dans l'ordre prescrit, et qu'il y a de la différence dans la qualité de l'argent, l'aiguille, comme on sait, se tournera d'un côté, mais elle reprendra sa première place, et passera même le plus souvent au-delà d'elle, de manière à faire plusieurs vibrations; cependant les vibrations se déclareront plus pour l'un que pour l'autre côté. Pour savoir pour quel côté elle incline le plus, il ne faut prendre que quatre ou six vibrations. On conçoit facilement la méthode à suivre pour calculer la déviation absolue de l'aiguille.

Si, par exemple, après 6 vibrations, l'aiguille oscillait encore entre les 8 degrés du côté gauche du zéro et les 30 du côté droit, la déviation absolue vers le droit serait de 11 degrés; car supposez que la force qui fait dévier l'aiguille après la sixième vibration continuât d'être de même, l'aiguille, venant à se reposer, devrait se placer sur un degré au milieu des deux bouts du cercle de ces vibrations, ce qui serait le onzième degré du côté droit du zéro.

Si, au contraire, l'aiguille n'oscillait que vers le côté droit entre les 6<sup>e</sup> et les 30<sup>e</sup>, la déviation absolue serait de 18 degrés.

Pendant qu'on fait l'essai, il faut avoir soin que l'instrument ne quitte pas sa première place, que l'aiguille ne fasse pas un tour entier sur elle-même, et que l'aimant en fer à cheval reste toujours à la même distance de l'aiguille.

Pour donner à cette méthode d'essayer de l'argent toute la perfection dont elle pourra être susceptible, il faut naturellement se procurer beaucoup de pratique; l'expérience enseignera alors mieux que les règles la précaution à employer et l'adresse qu'exige le succès de l'essai. On doit espérer que cette méthode qui, déjà dans son enfance, l'emporte tant sur l'essai fait avec la pierre de touche, pourra, par les efforts réunis de plusieurs savans, acquérir avec le temps un très-haut degré de justesse.

Pour les essais ordinaires qu'on fait chez les orfèvres ou dans les banques, cette méthode est fort convenable. Si, par exemple, sur douze ou plusieurs cuillers d'argent on a fait l'essai avec une,



le multiplicateur indiquera facilement si le nombre de deniers des autres est le même. On s'y prendra de la même manière pour découvrir si les deux bouts d'une barre d'argent sont d'égale pureté.

De même qu'on emploie le multiplicateur électro-magnétique pour faire l'essai de l'argent, on pourra l'employer pour étudier l'alliage des autres métaux, pour apprendre, par exemple, si l'étain est allié avec du plomb ou non.

---

## BEMERKUNGEN IN BEZUG AUF DIE ZUSAMMENDRUECKBARKEIT DER FLUESSIGKEITEN

(AUS EINEM SCHREIBEN DES HRN. PROF. OERSTED  
AN DEN HERAUSGEBER)

---

(ANNALEN DER PHYSIK UND CHEMIE. HERAUSGEGEBEN ZU BERLIN VON J. C. POGGENDORFF.  
BD. 12. P. 158—59. LEIPZIG 1828)<sup>1</sup>

Kopenhagen d. 29. Jan. 1828.

Die HH. *Colladon* und *Sturm* verwerfen das früher von mir angegebene Verfahren, das Wasser in der engen Röhre der Compressionsflasche mit Quecksilber zu sperren. Ich bin hierin mit ihnen einverstanden, und habe schon vor mehr als einem Jahre der Gesellschaft der Wissenschaften hieselbst und vielen Liebhabern der Physik einen Apparat gezeigt, worin die enge Röhre der Flasche mit Luft gesperret ist. Auch habe ich an der Compressionsflasche eine andere Verbesserung angebracht, die noch von Keinem versucht zu seyn scheint. Die enge Röhre ist nämlich nicht an die Flasche angeschmolzen, sondern in ihrem Halse eingeschliffen. Durch diese Einrichtung, welche in dem Gebrauche grosze Bequemlichkeit mit sich führt, ist es mir möglich auch Glasstücke in die Flasche zu bringen, und so über die durch Druck bewirkte cubische Zusammenziehung des Glases directe Versuche anzustellen. Zwar haben diese Versuche mich noch zu keinem ganz befriedigenden Resultate geführt, es sind aber dabei merkwürdige Phänomene vorgekommen, über die ich noch einige Versuche anzustellen habe. Sehr klein ist die Zusammenziehung

<sup>1</sup> [Man findet dasselbe Thema in: Det kgl. danske Videnskabernes Selskabs Oversigter. 1827—28. P. 14—17. Kiøbenhavn. Sämtliche Aufsätze aus »Videnskabernes Selskabs Oversigter« finden sich zu Ende dieses Bandes.]

auf jeden Fall, und ich habe starke Gründe zu vermuthen, dasz dieselbe eher geringer als grösser seyn werde, als 3,3 Milliontel, wie sie von *Colladon* und *Sturm* gefunden ist. Ich brauche übrigens für die Berechnung meiner Versuche nicht direct die cubische, sondern nur die lineare Zusammenziehung des Glases, habe aber die lineare aus der cubischen berechnen gewollt, da ich glaube, dasz ein Zug die Glasstäbe etwas dünner, ein Druck dagegen dieselben etwas dicker macht, und also der erstere weder eine reine Längenausdehnung, noch der letzte eine reine Längenzusammenziehung zeigt.

Ueber den Einfluss der Temperatur auf die Zusammendrückbarkeit habe ich auch viele Versuche gemacht, und gefunden, dasz auch *Canton* darin Recht gehabt hat, dasz das Wasser beim Gefrierpunkt zusammendrückbarer ist, als bei höheren Temperaturen. Bei  $0^{\circ}$  R. ist die Zusammendrückbarkeit des Wassers ungefähr um ein Zehntel grösser als bei  $10^{\circ}$ . Bei höheren Temperaturen ist sie noch geringer, aber nicht in so starkem Verhältnisse.

Sie wissen, dasz *Perkins* Bestimmungen über die Zusammendrückbarkeit des Wassers sehr von *Canton's* durch mich bestätigten und neuerdings durch *Colladon* und *Sturm* noch weiter befestigten Angaben abweichen. Diese Nichtübereinstimmung liegt gewisz in keinem Beobachtungsfehler dieses ausgezeichneten und geistreichen Mechanikers, sondern nur darin, dasz seine Maschine dem Wasser einen bedeutenden Stosz mittheilt, und mithin stärker wirkt; aber die anderen Methoden, besonders die meinige, nur einen so langsamen Stosz mittheilt, dasz dieser als ein bloszer Druck betrachtet werden kann; wozu noch kommt, dasz die Beobachtung bei ruhender Wassersäule geschieht, dagegen *Perkins* bei seiner Maschine nur beobachten kann, was im Moment des grössten Druckes oder Stoszes geschehen ist.

Ich habe meinem Apparate noch mehrere Verbesserungen gegeben, die seinen Gebrauch ausnehmend erleichtern; ich kann aber, ohne die Gränzen eines Briefes zu überschreiten, davon keine Rechenschaft geben.



# UEBER DIE ZUSAMMENDRUECKUNG DES WASSERS IN GEFAESZEN VON VERSCHIEDENER ZUSAMMENDRUECKBARKEIT;

VON H. C. OERSTED

---

(ANNALEN DER PHYSIK UND CHEMIE. HERAUSGEGEBEN ZU BERLIN VON J. C. POGGENDORFF.  
BD. 12, P. 513—15, LEIPZIG 1828)<sup>1</sup>

Unter den Aufgaben, welche sich bei den Untersuchungen über die Zusammendrückbarkeit der Flüssigkeiten darbieten, ist, bei Gelegenheit einer von der Pariser Academie der Wissenschaften aufgegebenen Preisfrage auch die zur Sprache gebracht: Welchen Einfluss die Zusammendrückbarkeit der Wände des Gefäßes, das den Gegenstand des Versuches einschlieszt, auf die Resultate haben würde. Dieser Einfluss kann unter zwei verschiedenen Gesichtspunkten betrachtet werden. Einige Physiker haben geglaubt, dass die Wände des Gefäßes nach allen Richtungen zusammengedrückt werden, so dass das Gefäß durch den Druck, welcher ihm von der zusammengedrückten Flüssigkeit mitgetheilt wird, an Capacität verliere. Andere dagegen haben geglaubt, dass dieser Druck nur die Wirkung auf das Gefäß ausübe, dass es seine Wände dünner mache. In diesem Falle wird die Capacität des Gefäßes durch den Druck ein wenig vergrößert, aber um eine sehr unbedeutende Grösze. Ich bin immer dieser letzteren Meinung gewesen. Die Gründe für die eine oder die andere dieser Meinungen sind zu bekannt, als dass man sie hier zu wiederholen brauchte. Ich begnüge mich daher mit einem Berichte von Versuchen, durch welche ich gesucht habe die Frage zu entscheiden.

Ich habe die Zusammendrückung des Wassers in Gefässen von sehr verschiedener Zusammendrückbarkeit vorgenommen. Da die Zusammendrückbarkeit des Blei's mehr als 18 Mal grösser ist, als die des Glases, so habe ich bei meiner neuen Versuchen hauptsächlich von diesem Metalle Gebrauch gemacht. Die HH. *Colladon* und *Sturm* haben, in ihrer schönen Arbeit über die Zusammendrückung der Flüssigkeiten, zuvor die Verlängerung, die ein Glas-

---

<sup>1</sup> [Man findet dasselbe Thema in: *Annales de chimie et de physique*. Tome 38. P. 326—30. Paris 1828. — *Det kgl. danske Videnskabernes Selskabs Oversigter*. 1827—28. P. 14—17. (Sämtliche Aufsätze aus »Videnskabernes Selskabs Oversigter« finden sich zu Ende dieses Bandes.) — *Schweiggers Journal der Physik und Chemie*. Bd. 52. P. 9—10. Halle 1828.]

stab durch einen gewissen Zug erleidet, gemessen, und nach diesem Versuch die Längenzusammenziehung des Glases auf 11 Zehn-milliontel für den Druck von einer Atmosphäre festgesetzt. Da sie meinen, dasz die Wände des Gefäßes, worin die Flüssigkeit eingeschlossen ist, nach allen Richtungen zusammengedrückt werden; so folgern sie, dasz das Glasgefäß, worin die Zusammendrückung des Glases beobachtet wird, 33 Zehnmilliontel von seiner Capacität durch den Druck von einer Atmosphäre verliere, und dasz man diese Grösze der scheinbaren Zusammendrückung des Wassers hinzufügen müsse, um die wahre Zusammendrückung desselben zu erhalten. —

Nach den Versuchen des Hrn. *Tredgold*, welche derselbe in seinem vortrefflichen Werke über die Stärke des Guszeisens und anderer Metalle anführt, wird eine Bleistange, deren Querschnitt einen Quadratzoll englischen Maasses beträgt, um  $\frac{1}{480}$  durch einen Zug von 1500 engl. Pfunden verlängert. Ein gleiches Gewicht würde die Stange um dieselbe Grösze verkürzen. Ein Druck von 1500 englischen Pfunden auf einen engl. Quadratzoll ist gleich dem Drucke von 101,7 Atmosphären. Diesz macht für den Druck von einer Atmosphäre eine Längen-Verkürzung von 0,00002048. Eine Berechnung, nach dem von den HH. *Colladon* und *Sturm* angenommenen Satze, giebt für eine Flasche von Blei eine Capacitäts-Verringerung von 0,00006144. Da, nach diesen beiden Physikern, die Zusammendrückung des Wassers durch eine Atmosphäre, nur 51 Milliontel und, nach meinen Versuchen, noch weniger beträgt; so musz das Wasser, wenn es in bleiernen Gefäßen zusammengedrückt wird, eine scheinbare Ausdehnung zeigen. Hätte auch der geschickte englische Baumeister bei seinen Versuchen eine zu grosze Grösze gefunden, hätte er sich sogar um mehr als die Hälfte geirrt, welches zu glauben ich weit entfernt bin; so müszte dennoch der hier in Rede stehende Versuch entscheidend seyn.

Die bleierne Flasche, deren ich mich bediente, war an der Mündung mit einem messingenen Ringe eingefaszt, worin ein hohler Glasstöpsel, in dem eine gut calibrierte Glasröhre steckte, vollkommen schloz, da er darin gut eingerieben war. Nachdem das Wasser von Luft befreit worden, wurde der Stöpsel mit seiner Röhre aufgesetzt, und zwar so, dasz keine Luft unter dem Stöpsel bleiben konnte und das Wasser in die Röhre steigen muszte. Die obere Oeffnung der Röhre war mit einer kleinen Glocke von kegel-



förmiger Gestalt bedeckt. Es versteht sich, dasz die Röhre mit einer Skale versehen war. Uebrigens wurde der Versuch über die Zusammendrückung des Wassers mit dieser Flasche eben so angestellt, als ich ihn früher mit Glasflaschen angestellt habe.

Die nämliche Röhre mit ihrem Stöpsel, welche ich zu dem Versuche mit der Bleiflasche gebrauchte, hatte ich sehr oft zu Versuchen mit einer Glasflasche angewandt, in deren Mündung der Stöpsel gleichfalls eingeschliffen worden war. Es war also leicht, die Versuche mit den beiden Flaschen mit einander zu vergleichen. Nach gemachter Reduction, wegen der Verschiedenheit ihrer Capacitäten, fand ich, dasz die scheinbare Zusammendrückung in der Bleiflasche ein wenig grösser war, als in der Glasflasche. Dieser Unterschied überstieg, für den Druck von einer Atmosphäre, nicht 2 Milliontel vom Volumen des Wassers. Dieses Resultat stimmt vollkommen mit meiner Meinung überein, und ist der von mir bestrittenen durchaus entgegen.

Aehnliche Versuche habe ich mit Flaschen von Messing und Zinn angestellt, und dabei ähnliche Resultate erhalten. Ausführlich werde ich meine sämtlichen Versuche über die Zusammendrückung der Flüssigkeiten im 4. Bande der Denkschriften der K. Gesellschaft der Wissenschaften zu Kopenhagen bekannt machen. Hier begnüge ich mich zu bemerken, dasz man bei den besprochenen Versuchen sich vor den Luftblasen in Acht zu nehmen habe, die oft bei fortgesetzter Berührung des Wassers mit dem Metalle gebildet werden. Wenn das Wasser einen Tag hindurch in der Bleiflasche gestanden hat, finden sich fast beständig kleine Luftblasen. Ich glaube auch gefunden zu haben, dasz das Wasser eine grössere Zusammendrückbarkeit zeigt, wenn es nur kurze Zeit mit einer Fläche, sie sey von Glas oder von Metall, in Berührung gestanden hat. Ich bin noch mit Versuchen über diesen Gegenstand beschäftigt.

---

## THERMO-ELECTRICITY

---

(THE EDINBURGH ENCYCLOPÆDIA; CONDUCTED BY DAVID BREWSTER, LL. D. VOL XVIII. P. 573—89.  
EDINBURGH 1830)<sup>1</sup>

**T**HERMO-ELECTRICITY is a term introduced a few years ago Thermo-  
Electricity. into natural philosophy, to signify the electrical current, excited in a circuit of conductors, when the equilibrium of its heat is disturbed in such a manner as to cause therein a circulation of caloric.

Thermo-electricity being a particular branch of *Electromagnetism*, which has been discovered since the publication of the volume of this work in which it ought to have been treated, it will be necessary to comprehend the whole doctrine of electromagnetism in the present article.

### HISTORY

In the earliest period of the history of magnetism and electricity, the minds of philosophers were more struck by the resemblances of these two agencies than by their disparities. The first philosopher who undertook a regular series of comparative experiments upon magnetism and electricity, was the celebrated Dr. *William Gilbert*, who first published his inquiries in the year 1600. He was aware of so many disparities between them, that he declared their resemblance to be merely accidental. He had indeed strong reasons to think so at that time, for the magnetical polarity was well known to him, and principally by his own experiments, but the discovery of the electrical polarity was reserved for a philosopher of the following century (*du Fay*). This discovery, and particularly the fundamental law of electrical polarity, brought forward by *Franklin*, again countenanced the opinion of the resemblance of electrical and magnetical powers; and the sagacity of *Æpinus* gave great credit to it. But immediately after this acknowledgment of their resemblance, another excellent philosopher, *Van Swinden*, was struck with the disparities which remained still unexplained, and his ingenious inquiries obtained much approbation. The discoveries of *Galvani* and *Volta*, by which the electrical powers were exhibited in forms very different from those formerly

History.

---

<sup>1</sup> [According to the editor's statement this article was written by *H. C. Ørsted*.]



History.

known, gave the opinions upon this subject a new turn. The German philosopher, *Joh. Will. Ritter*, was thought during some time to have produced magnetical effects by the Voltaic pile, but his experiment having been repeated without success, the subject remained as it was. Thus the balance inclined alternately sometimes to the one and sometimes to the other side; but at no time have either of these opinions met with general reception. A certain turn of mind has here, as in most other controversial doctrines, exercised a considerable influence. One class of natural philosophers have always a tendency to combine the phenomena and to discover their analogies, another class, on the contrary, employ all their efforts in showing the disparities of things. Both tendencies are necessary for the perfection of science, the one for its progress, the other for its correctness. The philosophers of the first of these classes are guided by the sense of unity throughout nature; the philosophers of the second have their minds more directed towards the certainty of our knowledge. The one is absorbed in search of principles, and neglect often the peculiarities, and not seldom the strictness of demonstrations; the other considers the science only as the investigation of facts, but in their laudable zeal they often lose sight of the harmony of the whole, which is the character of truth. Those who look for the stamp of divinity on every thing around them, consider the opposite pursuits as ignoble and even as irreligious; while those who are engaged in the search after truth, look upon the others as unphilosophical enthusiasts, and perhaps as phantastical contemners of truth. Happily these two tendencies are in most natural philosophers so well tempered with good sense, that their controversies seldom exhibit any of the exaggerations which have disgraced so many theological and metaphysical controversies; but they always exercise their influence, which is generally a salutary one, in forming an opposition of sentiment in the republic of letters by which stagnation is prevented. This conflict of opinions keeps science alive, and promotes it by an oscillatory progress, though it seems to the common eye a mere fluctuation, without any definite purpose.

Analogy  
between  
electricity  
and magnetism.

The reasons for and against an essential resemblance between magnetism and electricity might, before the discovery of electromagnetism seem to be nearly balanced. The most striking analogies were, that each of them consists of two powers, or directions

of powers, of an opposite nature, submitted to the same laws of attraction and repulsion; that the magnetical action on bodies, fit to receive it, has much analogy with the electrical action; that the distribution of the powers in a body, which has an electrical charge, and still more a series of bodies charged by cascade, differs very little from the distribution of the powers in a magnet; if we imagine a Voltaic pile, and principally the modification denominated after *Zamboni*, composed of minute and molecular elements, it would have the most perfect analogy with a magnet; and lastly, that the tourmaline differs but little from such an electrical magnet.

We shall not here consider that most of these analogies are overturned by the discovery of electromagnetism; but still confining ourselves to the period before this discovery, it may be objected that the magnetical and electrical powers do not act on each other, which should be the case, if they were of the same nature; that all bodies transmit with ease the magnetical action, but not the electrical; that neither the tourmaline nor any system of charged glass-plates, or of galvanical arrangements, has the effects of the magnet. Although it might be answered that the galvanical circuit, in its first period, seemed no less different from any electrical apparatus than the Voltaic pile from a magnet, these objections did not cease to have considerable weight, but we have hitherto deliberately omitted one of the arguments, viz. the observation of magnetism in bodies struck by lightning, and the experiments made to imitate this effect. It had often been observed, that the magnetical needles in a ship struck by lightning have suffered a change in their polarity.

A very remarkable case of this kind, mentioned in the Philosophical Transactions, Vol. xi. No. 127, p. 647, seems to be the earliest on record. It is there related that a vessel, whose mast was struck by lightning, had the poles of the needles in all its compasses inverted, yet the compasses themselves were not struck. Some other observations of a similar nature are recorded in *Domsdorph's*<sup>1</sup> *Treatise upon Electricity, Magnetism, Fire, and Ether*, (über Electricität, Magnetismus, Feuer und Ether, 1783.) An accident of this kind, which happened in the year 1751, caused *Franklin* to try the effect of artificial electricity upon needles of steel. The result was, that when the needles were in a position in which the earth could

Magnetical  
effects of  
lightning.

<sup>1</sup> [p: Donndorph]



History.

produce in them some magnetism, this effect was much increased by any electrical stroke; but when the position gave no such advantage, he found that the extremity of the needle, in which the electricity entered (which received the positive electricity) was directed towards the north, when the needle was conveniently suspended. *Wilcke*, who repeated these experiments, obtained the same results, only with the difference, that in the case when the direction of the electrical stroke seemed to decide the polarity, this was the inverse of that observed by *Franklin*. (Transactions of the Royal Academy at Stockholm, 1766.) The experiments made in the year 1785, upon the same subject by *van Marum* and *van Swinden* have been considered as decisive against the magnetical effects of electricity, nevertheless the ninth of their experiments was precisely an electromagnetical one, for they led the electrical discharge transversely through a steel needle, and obtained a strong magnetical polarity in a direction perpendicular to the magnetical meridian; but they considered this as a singularity not to be explained, and hence it has been out of the sight of philosophers from the year 1785 until 1820, when electromagnetism was discovered (See *Van Marum description d'une très grande machine électrique*.)

Experiments  
of *Van Ma-*  
*rum* and *Van*  
*Swinden*.

Electromag-  
netic experi-  
ment by *Ca-*  
*vallo*.

One of the earlier experiments, which probably belongs to electromagnetism, is that of *Cavallo*, by which he proved that iron has more efficacy on the magnetical needle, when an acid, particularly diluted sulphuric acid, acts upon it.

Experiments  
of *Ritter*.

*Joh. Will. Ritter*, already mentioned, pursued a great number of researches upon the analogy of magnetism and electricity. He had in the year 1801 made a series of very delicate experiments upon the galvanical difference between the two magnetical poles of a steel needle. The result deduced from his experiments was, that the southern extremity of the needle was more oxidable than the northern, and that the galvanical effect of two magnetical needles upon a frog was such, that the south pole acted as the more oxidable, the north pole as the less oxidable metal. It is now acknowledged, that he has been led into error by the difference which a small disparity in the polish of the metal can produce, and which he employed insufficient means to avoid. The same philosopher stated likewise erroneously, that a platina wire, which has been employed to make a liquid communicate with a powerful galvanic circuit, assumes some magnetical direction, and that a needle, of

which one half is zinc and the other silver, takes, when conveniently suspended, the same direction as the magnetical needle. The precipitation with which *Ritter* published these and some other erroneous statements, has thrown a shade over the name of this unhappy but ingenious philosopher, who has enriched science with several discoveries of great importance, and whose profound yet obscure ideas in many cases have anticipated the discoveries of future times. We are far from patronizing a vain exhibition of new ideas, by which it is possible for a very ordinary mind to make pretensions to every new discovery; but when works are marked with the true stamp of genius, it is but justice to acknowledge the merits of their speculations. Some writers have thought that this act of justice would deprive experimental philosophers of a part of the honour due to their exertions; but this honour is quite unimpaired, if the author, who has anticipated their discoveries, has only had a vague and obscure notion of them; while it must be avowed, that when the author has clearly announced the discovery, has derived it from good data and conceived its connections with other truths, the merit of the experimental philosopher is only that of having confirmed it by experiment, which still in many cases can be a work of no smaller claim to glory than the primitive conception itself.

Among the electromagnetical experiments which preceded the discovery of electromagnetism, ought to be mentioned an experiment of Professor *Mojon* at Genoa, who found that a steel needle having been 22 days in communication with a galvanical apparatus of 100 elements, had become magnetical, — an experiment which would have been of no historical interest, if its author had not founded upon it, 18 years later, a pretension to the discovery of electromagnetism. He seems not to have been aware that his pretended discovery, were it true, should be considered as new even now; for the magnetical effect, hitherto proved by experiments, is not in the direction of the electrical current, but perpendicular to it. The experiment of *Mojon* is described in *Aldini's, Essai Théorique et Expérimental sur le Galvanisme*. Paris, 1804, tom. i. pag. 339 and 340. *Aldini* mentions, at the same place, that a certain Mr. *Romanesi*<sup>1</sup> at Trent had confirmed the experiment of *Mojon*, and at the same time observed that galvanism makes the magnetical needle deviate. Professor *Aldini*, whose work upon galvanism com-

History.

Electrical experiment of Professor *Mojon* of Genoa.<sup>1</sup> [o: Romagnosi.]



History.

prehends two volumes, does not say a word more upon this subject.

It is, therefore, not surprising, that neither the French institute, nor the other learned societies, nor the numerous natural philosophers, to which the work was presented in the year 1804, took any notice of this observation, which would have accelerated the discovery of electromagnetism by sixteen years. *Romanesi* seems likewise to have forgot his observation, until electromagnetism was discovered.

Observation  
of Professor  
*Maschmann*.

Two or three years before the discovery of electromagnetism, Professor *Maschmann* at Christiania, in Norway, observed that the silver tree, formed in a solution of nitrate of silver, when put in contact with mercury, (the *arbor Dianæ*), takes a direction towards the north; and the celebrated Professor *Hansteen* found that this direction can likewise be determined by a great magnet. As the metallic precipitation is also of galvanical nature, this observation may be considered as one of the precursors of electromagnetism.

Electromag-  
netism disco-  
vered by Pro-  
fessor  
*Oersted*.

Electromagnetism itself, was discovered in the year 1820, by Professor *Hans Christian Oersted*, of the university of Copenhagen. Throughout his literary career, he adhered to the opinion, that the magnetical effects are produced by the same powers as the electrical. He was not so much led to this, by the reasons commonly alleged for this opinion, as by the philosophical principle, that all phenomena are produced by the same original power. In a treatise upon the chemical law of nature, published in Germany in 1812, under the title *Ansichten der chemischen Naturgesetze*,<sup>1</sup> and translated into French, under the title of *Recherches sur l'identité des forces électriques et chimiques*, 1813, he endeavoured to establish a general chemical theory, in harmony with this principle. In this work, he proved that not only chemical affinities, but also heat and light are produced by the same two powers, which probably might be only two different forms of one primordial power. He stated also, that the magnetical effects were produced by the same powers; but he was well aware, that nothing in the whole work was less satisfactory, than the reasons he alleged for this. His researches upon this subject, were still fruitless, until the year 1820. In the winter of 1819—20, he delivered a course of lectures upon electricity, galvanism, and magnetism, before an audience that had been previously acquainted with the principles of natural philosophy.

<sup>1</sup> [This vol. p. 35.]

In composing the lecture, in which he was to treat of the analogy between magnetism and electricity, he conjectured, that if it were possible to produce any magnetical effect by electricity, this could not be in the direction of the current, since this had been so often tried in vain, but that it must be produced by a lateral action. This was strictly connected with his other ideas; for he did not consider the transmission of electricity through a conductor as an uniform stream, but as a succession of interruptions and re-establishments of equilibrium, in such a manner, that the electrical powers in the current were not in quiet equilibrium, but in a state of continual conflict. As the luminous and heating effect of the electrical current, goes out in all directions from a conductor, which transmits a great quantity of electricity; so he thought it possible that the magnetical effect could likewise radiate. The observations above recorded, of magnetical effects produced by lightning, in steel-needles not immediately struck, confirmed him in his opinion. He was nevertheless far from expecting a great magnetical effect of the galvanical pile; and still he supposed that a power, sufficient to make the conducting wire glowing, might be required. The plan of the first experiment was, to make the current of a little galvanic trough apparatus, commonly used in his lectures, pass through a very thin platina wire, which was placed over a compass covered with glass. The preparations for the experiments were made, but some accident having hindered him from trying it before the lecture, he intended to defer it to another opportunity; yet during the lecture, the probability of its success appeared stronger, so that he made the first experiment in the presence of the audience. The magnetical needle, though included in a box, was disturbed; but as the effect was very feeble, and must, before its law was discovered, seem very irregular, the experiment made no strong impression on the audience. It may appear strange, that the discoverer made no further experiments upon the subject during three months; he himself finds it difficult enough to conceive it; but the extreme feebleness and seeming confusion of the phenomena in the first experiment, the remembrance of the numerous errors committed upon this subject by earlier philosophers, and particularly by his friend *Ritter*, the claim such a matter has to be treated with earnest attention, may have determined him to delay his researches to a more convenient time. In the month of July 1820, he again resum-

History.

Discoveries  
of Professor  
Oersted.



History.

ed the experiment, making use of a much more considerable galvanical apparatus. The success was now evident, yet the effects were still feeble in the first repetitions of the experiment, because he employed only very thin wires, supposing that the magnetical effect would not take place, when heat and light were not produced by the galvanical current; but he soon found that conductors of a greater diameter give much more effect; and he then discovered, by continued experiments during a few days, the fundamental law of electromagnetism, viz. *that the magnetical effect of the electrical current has a circular motion round it.*

When he had discovered this fundamental law, he thought it proper to publish the discovery, in order that it might be as soon as possible perfected by the co-operation of other philosophers. Apprehending that others might lay claim to this discovery, he sent a short Latin description<sup>1</sup> of his experiments to the most distinguished philosophers and learned bodies; and though, by this means, he has not avoided the pretensions which have been made to his discovery by others, still he has rendered them ineffectual. It deserves, perhaps, to be noticed, that the above-mentioned Latin description, consisting of four pages in 4to., of which the first gives the introduction and the description of the apparatus, the last the conclusions, contains upon the two intermediate pages, the results of more than 60 distinct experiments. From this brevity, it has happened, that some philosophers have thought that he had treated his subject in a superficial manner.

As the details of this discovery, and of all those which have originated from it, will be exhibited in this article, we shall in the remainder of this historical sketch, in order to avoid repetitions, confine ourselves to the most striking and leading facts, and insert the other historical notices in the doctrinal part.

Ampère's discovery of the mutual action of conductors.

The first discovery to which that of Professor *Oersted* gave occasion, was that of Mr. *Ampère*, member of the French institute. He found that a conductor, conveniently suspended, is attracted by another, when both are transmitting an electrical current in the same direction; but that they repel each other, when the two currents have opposite directions. Professor *Schweigger* at Halle invented, at the same time, an electromagnetical multiplicator, which is of very extensive use. Mr. *Arago* found that steel can be magnetized by the electrical current. Mr. *Gay Lussac* at Paris, and Pro-

<sup>1</sup> [This vol. p. 214.]

fessor *Erman* at Berlin, discovered, that when the current has passed perpendicularly through the plane of a steel ring, or through a steel plate, it shows no magnetical effect, before the circumference was interrupted. History.

The most remarkable of all the discoveries, to which that of *Oersted* has given occasion, is no doubt the thermo-electricity, discovered in 1822 by Dr. *Seebeck*, member of the Royal Academy at Berlin.

In the same year, the rotation of a magnetical needle around an electrical current, and of a body, which transmits an electrical current around a magnet, first imagined by Dr. *Wollaston*, was exhibited in a series of ingenious experiments by Mr. *Faraday*.

#### EFFECT OF THE ELECTRICAL CURRENT UPON THE MAGNETIC NEEDLE

The galvanic battery was the first apparatus, by which the magnetic effects of electricity were demonstrated. In order to make it give its magnetic action, its two poles must be joined by a conductor, commonly a metallic wire, which, for brevity's sake, we shall call the *uniting conductor*, or the *uniting wire*. Effect of the electrical current upon the magnetic needle.

When not closed, the galvanic circle produces no effect upon the needle of a compass.

When the uniting wire is approached, and placed parallel, or nearly so, to a properly suspended magnetical needle, it is caused to deviate from its ordinary direction.

The magnetical effect of the electrical current is not interrupted by the interposition of other bodies. Already the first experiment showed that it passes like the magnetism of a loadstone through metals, glass, resin, wood, stoneware, water, &c.; even when the magnetical needle was placed in water, it was affected by the electrical current.

When the conducting wire is placed parallel to a conveniently suspended magnetical needle, the direction of the needle is changed.

1. If the needle is above the wire, and the positive electricity passes from the right to the left hand of the observer, the north end of the needle will go from the observer.

2. When the needle is below the wire, the direction of the needle is changed in the opposite way; its north end approaches to the observer. It is not necessary, in this and the preceding experiment,



Thermo-  
Electricity.

that the needle is in the same perpendicular plane as the conducting wire; it is only required that the needle shall be sufficiently near the wire, and in the first experiment, in a plane above, in the last in a plane below it.

3. When the needle is in the same horizontal plane as the wire, and is placed between the observer and the wire, the north end is elevated.

4. If the needle is upon the opposite side, the north end is forced down. In these two experiments, the needle must be very near to the wire.

From these facts, Professor *Oersted* concludes, *that the magnetical action of the electrical current describes circles round the conductor*. It will perhaps not be out of place to quote here his own words, which have been overlooked by several authors, who have written the history of this discovery.

In the original publication he says, »ex observatis colligere licet, hunc conflictum (the electrical current,) gyros peragere; nam hoc esse videtur conditio, sine qua fieri nequit, ut eadem pars fili conjungentis (conducting wire,) quæ infra polum magneticum posita cum orientem versus ferat, supra posita eandem occidentum versus agat.« For the sake of brevity we shall, in the following pages, denominate the direction of the current after the system of *Franklin*; or, to speak according to the system of two electricities, after the direction of the positive electricity in the current. If we now suppose that the electricity of the current enters the conductor at the right hand of the observer, the austral magnetism (the same which predominates in the north-end of the needle,) will, upon the superior surface of the conductor go off from the observer; on the

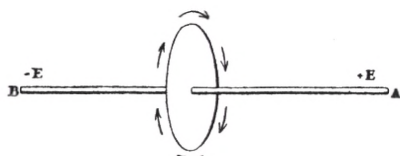


Fig. 1.

side most distant from the observer, the austral magnetism goes downwards; on the inferior surface it goes towards the observer; on the side nearest the observer it goes upwards.

This is represented in Fig. 1. where

*BA* is the conductor in which the direction of the current is *AB*, the circle *cdef* represents a plane perpendicular to the conductor, in which the magnetical circulation takes place. This plane is here and in the other figures represented as if it were material and opaque. The little arrows show the direction of the austral mag-

netism. We can make the application of this law to experiments, in a very commodious manner. For this purpose take a piece of paper (Fig. 2,) upon which the arrows and letters, there represented, are drawn. This piece of paper is to be wrapt around a cylindrical

body, for instance a pencil, in such a way that the arrows lie in a plane perpendicular to the axis of the cylinder. We have thus an electromagnetical index, which,

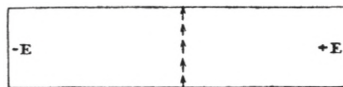


Fig. 2.

put in the place of any part of the conductor, shows the direction of the magnetical powers in it. The sharp ends of the arrows indicate the direction in which the austral magnetism (and consequently the north-end of the needle,) is repelled, and the contrary attracted; the opposite ends of the arrows indicate also the direction in which the boreal magnetism (and consequently the south-end of the needle) is repelled, and the contrary attracted. The reader may understand without trouble the most complex facts we are here to explain, if he has at hand two such cylinders, during the experiment. The same thing may be expressed in different ways. Mr. *Hill*, lecturer of mathematics at the University of Lund, in Sweden, has proposed one of the best. Let us imagine, says he, that the observer swims upon the electrical current, with his face turned outwards, (with his back turned towards the axis of the current,) and his head towards the origin of the current, the direction of the austral magnetism of the current will always proceed from his left to his right hand.

This law was confirmed by several other experiments.

When the uniting wire is placed in the same horizontal plane as the needle, but perpendicular to its direction, and near one of

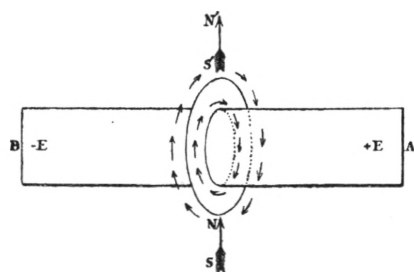


Fig. 3.

its poles, this pole will be elevated, if the current comes from the east, but depressed if it comes from the west. This will easily be understood by the inspection of Fig. 3. *BA* represents here the conductor, *NS* and *N'S'* two needles. All the parts of the drawing have the same signification as in Fig. 1,

only that the dotted lines denote the inferior parts of the magnetical circles, but the uninterrupted lines the superior parts. It is evident that *N* (the north-end of one of the needles,) is here driven



Thermo-  
Electricity.

upwards by the repelling action from below and the attracting one above it. In the same manner,  $S'$  (the south end of the other needle,) is both drawn and pushed upwards.

The effect is on both sides the same, because not only the magnetical poles, but likewise the opposite sides have contrary effects. If one of the needles were turned by means of a magnet, so that each side of the wire could act upon a pole of the same kind, one of them would be elevated, when the other was depressed.

When the uniting wire is perpendicular, and the current enters its superior part, a needle, of which one of the poles is very near

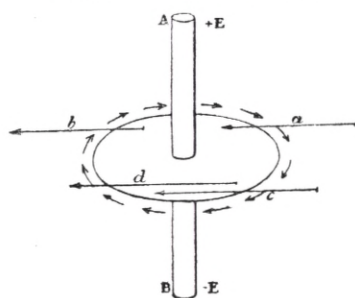


Fig. 4.

to the wire, will be thrown westwards; but if the wire is placed over against a point of the needle, situated between one of the poles and the middle, the needle will be turned eastwards. By opposite currents the results are likewise opposite. Fig. 4. will make this easier understood.  $AB$  is the uniting wire, the notations the same as in the former figures. It

is evident, by the inspection of the figure, that the north-end of the needle  $a$ , having predominant austral magnetism, must be repelled by the similar magnetism of the conductor; and be turned towards the west. The attraction of the opposite magnetism in the conductor tends to give the needle the same direction; but as this coincidence of motions, produced by opposite powers, is constant in electromagnetism, we shall always confine ourselves to mention but one of them. The south-end of  $c$ , having predominant boreal magnetism, is also repelled by the similar magnetism of the current, which here has the same direction as the austral on the opposite side of the conductor. Thus the north-end of the needle is on one side of the conductor turned the same way as the south-end on the other side. The north-end of  $c$  receives the strongest impulses from the west, and must, therefore, be pushed eastward; while the south-end of  $d$  receives the strongest impulses from the east, and must move towards the west, and in consequence of this its north end must also turn eastward like that of  $c$ . Were the wire placed exactly over against the middle of the needle, this would be solicited equally in opposite directions, and therefore rest at its place.

When the uniting wire is bent in such a manner, that the parts

on each side of the flexure are parallel, the exterior surfaces of the two branches are similar, and also the interior ones. In Fig. 5, *ACDB* represents such a wire. As the current enters the superior branch at *C*, and in the inferior at *B*, it is obvious that the directions of the powers in the magnetical circles are the same at *e* and *f*, at *g* and *h*.

Suppose that the two branches are in one perpendicular plane, and the north-end of the needle is placed in a plane,

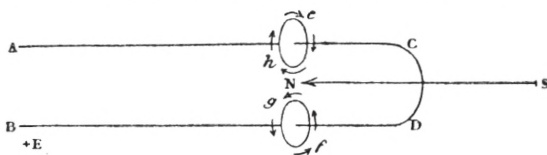


Fig. 5.

below the superior and above the inferior branch, the north end will be repelled, when placed on the west side, and attracted, when placed on the north<sup>1</sup> side of the wire. Above the superior branch, or below the inferior branch the effects are in the opposite direction. All the other cases, belonging to the effects of bent connecting wires upon magnetical needles, may be easily explained in a similar manner.

These are the principal experiments, by which Professor *Oersted* endeavoured to establish the fundamental law of electromagnetism. As they all belong to one class, it has been practicable for us here to maintain in our account the historical order, without impairing the systematical one. In order to have a short term, we shall call the magnetical action of the electrical current, the *revolving magnetism*.

The discoverer remarks, in his Latin publication, that the magnetical action of the current being necessarily propagated and not instantaneous, the association of a progressive and revolving motion, must give origin to a spiral motion; still, he adds, this seems not to be required for the explanation of the electromagnetical facts hitherto discovered. His words are, »Præterea motus per gyros cum motu progressivo, juxta longitudinem conductoris conjunctus, cochleam vel lineam spiralem formare videtur, quod tamen, nisi fallor, ad phænomena hucusque observata explicanda nihil confert.« Several writers upon the continent have considered it as an essential point in *Oersted's* theory, that the magnetical motions in the current, should be of a spiral form; but it is evident that he has well distinguished this theoretical but still necessary consequence from the fundamental law, deduced from the facts. Supposing here spirals in the place of parallel circles, their windings must be so

<sup>1</sup> [o: east?]



Thermo-  
Electricity.

near to parallelism, that the deviations from it must be imperceptible. Thus the question belonging to the spirals may be left for farther research, in which, perhaps, the whole doctrine of vibrations might be considered.

In an appendix<sup>1</sup> published two months later (in *Schweigger's Journal*), Professor *Oersted* explained the apparent difference observed between the effect of the galvanical battery, and that of a simple galvanical circuit. In the battery, which is a compound galvanical circuit, as well as in the simple one, the electrical current goes from the more oxidable metal (zinc), through the liquid conductor, to the less oxidable (copper): and when the water is taken away in one of the elements of the battery, and a wire put in its

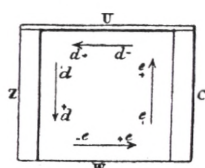


Fig. 6.

place, the direction of the current remains of course the same; but when we make use of a simple circuit, the water remains at its place, and the uniting wire connects the two pieces of metal in a place, where the direction of the current is the opposite to that of the water. Fig. 6 will make this more perspicuous; *Z* represents here the zinc, *C* the copper, *W* the water, *U* the uniting wire; the arrows marked with  $+e$  and  $-e$  [ $+d$  and  $\div d$ ] indicate the direction of the electrical current. It is visible that when in *W* the current goes from zinc through the water to the copper, it must in *U* go from the copper to the zinc.

In this appendix it is remarked that the magnetical efficacy of the electrical current depends not on its intensity, but on its quantity of electricity, and that the simple galvanical circuit is preferable for electromagnetical experiments. Some time after the discovery of electromagnetism, the great Swedish chemical philosopher *Berzelius* was of opinion that all the effects of the uniting wire could be explained in assuming four magnetical poles in its circumference. Fig. 7, where *A* indicates the austral, *B* the boreal poles, represents such a distribution. As the appearances in the first electromagnetical experiments may, until a certain degree, be represented by this scheme, it had many adherents, even since *Berzelius* had abandoned it. In order to decide the question upon this subject, Professor *Oersted* made a direct experiment, which will be understood by Fig. 8. *AB* is a wooden pillar more than twelve feet high; *C* is a magnetical needle, protected with glass against motions in the air; *DE* a wire of brass;



Fig. 7.

<sup>1</sup> [This vol. p. 218.]

*K* a galvanical apparatus; *HGF* and *OJL* brass wire; *M* and *N* small cups with mercury. The whole moveable part of this arrangement was supported by a wooden frame, not here represented. It appears that the apparatus *K* with its conductors, whose extremities are plunged in the mercury, can turn around nearly through the whole circle, without an interruption of the continuity of the conductors; thus the same point of the perpendicular wire, though immovable itself, changes every moment its relative place in the circuit, when the moveable part *FGIL* is turned round. The experiment shows that the deviation remains the same, whatever the position of the moveable part may be, and that of consequence the polarity must be the same in all points of the circumference of the conductor. The great distance of the other parts of the circuit is the reason that *DE* is the only one which can have a sensible effect upon the direction of the needle.

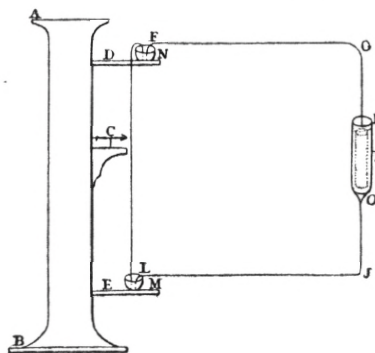


Fig. 8.

A most useful application of electromagnetism is the *electro-magnetic multiplier*, invented by Professor *Schweigger* at Halle, and improved by several other philosophers. We have already seen that when the uniting wire is bent so as to form two parallel branches each of them acts in the same direction upon one of the poles of a magnetical needle placed between them (Fig. 5.) On proceeding upon this principle it is clearly shown that when the uniting wire is bent several times, as *ABCDE*, Fig. 9, and a magnetic needle is suspended in the space, inclosed by the windings of the wire,

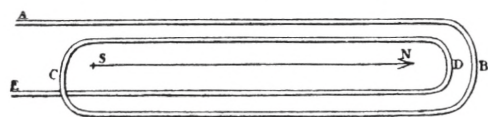


Fig. 9.

each of its horizontal parts must produce upon the needle an equal effect; thus in the figure the effect is quadrupled. It is to be remarked that the windings

should be as near each other as possible, in order to keep them all very near to the needle. At the same time the windings must be isolated from each other, which is effected by covering the wire with silk. As the windings can be repeated a great number of times, the multiplication of the effect may go very far. It should be nearly

Thermo-Electricity.

Schweigger's multiplier.



Thermo-  
Electricity.

without limits, were it not that the conducting power decreases when the length of the wire increases. In order to give the instrument the solidity necessary, the wire is wound upon a frame. As it is required that the needle should be as moveable as possible, it is suspended by a fibre of silk, such as is found in the cod of the

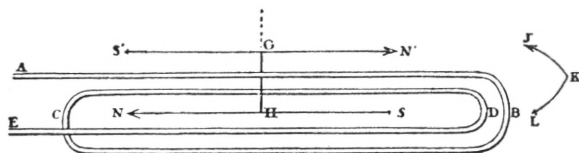


Fig. 10.

silk-worm. The instrument may be made much more sensible by means of another magnet placed so as to diminish the directive power of the needle. Mr.

M. Nobili's  
improved  
multiplier.

*Nobili* has made a new improvement in this apparatus. In the place of one needle he introduces a compound index, consisting of two needles, *NS* and *S'N'*, Fig. 10, in opposite directions, and joined by a piece of wood or of stout wire, *GH*. When these two needles are of equal strength, the directive power of the index is reduced to nothing; so that the most feeble impulse will move it. But even when one of them has some preponderance, the force required for making the index deviate is still inconsiderable. At the same time this arrangement has the advantage, that both needles receive an impulsion, the needle *NS* from the inferior side of the conductor, and *S'N'* from the superior. The needles being in opposite situations, one will receive the same direction by the superior, as the other by the inferior side of the wire. When the needles approach as much to equality as is required for some nice experiments, the index is too easily moved in some others. In order to make the instrument proper for experiments with various degrees of force, though all of the feebler kind, Professor *Oersted* added a bent magnet, *JKL*, which can be placed so as to repel the nearest end of the index, or so as to attract it. The first of these positions is represented in Fig. 10. The magnet can also be approached to the index or removed from it. Fig. 11 represents the whole instrument of half its dimensions. *AB* is a stand of wood, having a screw on each corner for levelling it. *CCC*, *CCC* are two supporters likewise of wood, bearing the frame *defg*, upon which the multiplying wire is wound. This wire may be conveniently 50 to 60 feet long, and make 100 or more windings. From the windings each end of the wire passes through a little ring *h*, (the other is not to be seen in the figure) at *ii* the ends of the wire pass also through rings, which

are here covered by the other parts of the figure; *KK*, *KKK* are two small pillars of ivory or wood, supporting the transverse piece *ll*, through which passes the cylindrical piece *mp*, having a head at *m*, and being moveable upwards and downwards. At the centre *r* of the inferior extremity, *p* is a little hole, communicating with a transverse hole, which here is represented as shut with a pin, seen immediately under the ring *o*. Through the hole at *r* is in-

Thermo-  
Electricity.

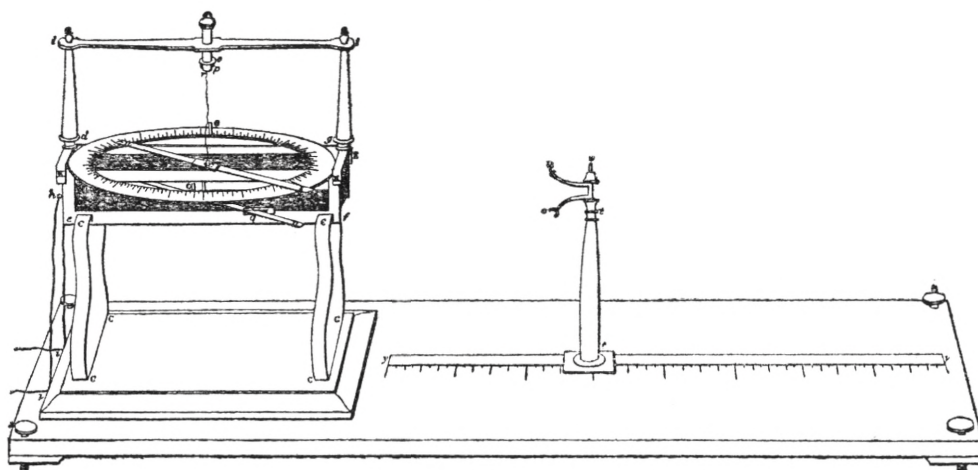


Fig. 11.

roduced one end of the silk *rx*, which is drawn out through one of the openings of the transverse hole, and fastened by means of the pin above-mentioned. By the silk *rx* is suspended the index, consisting of the superior magnetic needle *ns*, and the inferior one, of which the extremity *n* is here visible, the other being covered by other parts of the figure. The boreal pole of one of these needles is turned in the same way as the austral of the other, and both connected with a piece of wire. The circle at whose divisions the index points, is made of glass, preferable to brass, which often is magnetic. At *q* is a slit to receive the needle and keep it, when the instrument shall be transported, a similar one is on the other side of the instrument. The index is cleared from the slits when the instrument is to be employed. Having been thus cleared, it is still at rest until the piece *mp* is drawn upwards, the ring *o* stops it, so that it shall not be elevated too much. The index is sheltered from the air by means of a case of glass which covers the whole frame including the index, and has in the upper part a hole through which the head *m* of the piece *mp* passes; *tt* is a pile moveable in the slit



Thermo-  
Electricity.

*yy*, which has a scale, showing the distance from a point in the same plane, perpendicular below the centre of the index; *uv* is a bent magnet, which has two points, one of which is visible at *w*, the other is placed in a hole in the pile *tt*. This magnet can be taken out, and the point *w* introduced in the pillar, in order to augment or diminish the directive power of the index, as the purpose may require. When this instrument is to be used, the index must, as already mentioned, be taken out of the slits and the piece *mp* be elevated, so that the index can move freely. When it is made to oscillate too much it may be brought to rest by lowering the piece *mp* a moment. If the two needles of the index have exactly the same power, it will have the highest mobility; but if this is not obtained, the bent magnet *uv* is to be so placed upon the pillar *tt* that the two nearest poles of the index are repelled. By approaching or retiring the pillar, the magnet may be brought into such a position that the directive power of the index is scarcely sensible. When the instrument is in this state it can make sensible the difference between two pieces of metal, of which one differs only from the other by  $\frac{1}{100}$  alloys, when a powerful liquid is applied. When a more considerable effect is to be tried, the bent magnet is put in such a position that it attracts the nearest poles of the index. When the magnet is near the index, and the current makes the index deviate very little, the deviation increases as the magnet is removed. The distance of the magnet being measured by the scale, this arrangement may contribute much to the determination of the powers. As the needles submitted to the effect of the current can never rest at an angle greater than  $90^\circ$ , the needle is prevented from going farther by means of two small pins here marked with the Greek letter  $\varphi$ .

Application  
of the mul-  
tiplier.

The use of the electromagnetical multiplier is very extensive. Before the invention of this instrument, a prepared frog was considered as the nicest test for galvanism; the multiplier surpasses it by far. Mr. *Poggendorff* has made a very extensive trial upon the galvanic series of metals and other conductors, by means of this instrument. Professor *Oersted* has made use of it, for confirming the discovery earlier made by *Zamboni*, upon electrical currents which two pieces of one metal makes with a liquid. He has also discovered, by means of this instrument, that two equal pieces of metal give galvanical effects, when one of the pieces is earlier introduced

in the fluid than the other, a fact which Sir *Humphry Davy* has confirmed, as it appears, without knowing *Oersted's* experiments. Professor *Oersted* has also made use of this instrument for trying silver. With a powerful liquid conductor, solution of potash and muriatic acid for instance, silver pieces, whose alloy differs less than a hundredth, give a deviation of several degrees. As silver containing brass gives more effect than silver containing an equal quantity of copper, when muriatic acid is employed, but less when solution of potash is the liquid conductor, the presence of brass in silver is easily discovered by this instrument. It need scarcely be mentioned that gold and other metals may be tried in the same manner. Dr. *Seebeck*, at Berlin, has investigated, with much care, all the circumstances belonging to the construction of the multiplier. These researches are given in an excellent paper, read at the Royal Academy of Berlin, on the 14th December 1820, and the 8th February 1821, containing a valuable detail of experiments upon several points of electromagnetism. Dr. *Seebeck* has proved, by experiment, what might be presumed in theory, that the increase of the effects of the multiplier, with the number of the turns, is limited by the resistance against the transmission increasing with the length. The effects of the multiplier increase also with the breadth of the conductor, which he made of a long and thin lamina, in the place of a wire; still the advantage of broad conductors is only confined to experiments with considerable powers: In feeble currents the effects of broad and narrow conductors are equal.

Several philosophers have given themselves much trouble to produce upon the needle, by means of common electricity, the same effects as those produced by galvanism. A simple electric spark transmitted through a conductor passes too speedily to move the needle. A current produced by the electrical machine does not seem to contain a sufficient quantity of electricity for acting upon the needle without the aid of the multiplier. Even by this instrument it was tried often, without decided success, until of late Mr. *Colladon*, at Geneva, repeated the experiment with a multiplier, in which the wire was covered with three folds of silk, and thus well isolated. Then he approached the two ends of the wire of this instrument to the two conductors of an electric battery of 4000 square inches, so as to make the discharge go a little distance through the air, before it enters in the wire. In this manner a current suffi-



Thermo-  
Electricity.

ently strong, and of some duration, is produced, whereby a considerable deviation is effected. The current produced by an electric machine caused also a deviation of several degrees in this instrument.

Professor *Oersted* proposed, in a paper<sup>1</sup> printed in *Schweigger's* Chemical Journal, 1821, to make use of magnetical needles, suspended in various directions for investigating the electrical currents in the atmosphere; but he has published nothing since that time. Mr. *Colladon* has, with full success, employed the multiplier, to prove the presence of electromagnetism in a thunder storm.

The idea of magnetical revolutions around the uniting wire experienced much opposition at its first publication. Professor *Schweigger* objected to it, that when such revolutions did exist, it would be possible to make a magnet circulate round the uniting wire. Dr. *Wollaston* drew the same conclusion, but with the contrary meaning; finding this result probable, he invented an instrument to prove it. The experiment having been stopped by an accident, Mr. *Faraday* took it up, and made an extensive series of experiments on the subject, conducted with the same skill which he has displayed in so many other investigations. He found that not only the magnet may be made to turn round the conductor, but that likewise a moveable conductor may be made to turn round the magnet. We shall have an opportunity to return to this subject; here we can only give an account of the experiments by which the motion was communicated to the magnet. Fig. 12, represents an apparatus proper for the experiment, *CCCC* represents a cup of

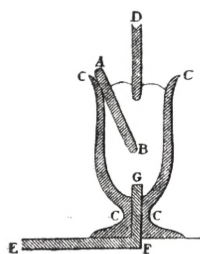


Fig. 12.

glass, or some other non-conductor, through the bottom of which passes the conductor *EFG*. The cup is filled with mercury, in which a small magnet *AB* floats, being kept in a vertical position by a piece of platinum, fixed at its inferior extremity. It can also be kept in this position by fixing the inferior extremity to the bottom by means of a short thread of silk. *D* is a conductor whose lower end dips in the mercury. When a strong electrical current is now caused to pass through this arrangement, the magnet revolves about the conductor *D*. The directions of the rotations are in all cases such as the fundamental law of electromagnetism indicates that they should be. A magnet can also be made to turn round its own axis

<sup>1</sup> [This vol. p. 245.]

by an electrical current. Let *CCCC*, Fig. 13, be a cup of glass or wood, nearly filled with mercury; *AB* a magnet, having at its lower extremity a steel point, introduced into the agate *H*. *JK* is a slip of brass or ivory, having a hole through which the magnet passes freely, and by means of which it is kept perpendicular at the superior extremity; *A*, is a cavity for receiving mercury; *EF* is a wire, at whose extremity is also a cup for mercury; and at *D* is placed a similar one, from which proceeds a wire amalgamated on its lower extremity, in order to favour the electrical communication. When the electrical current is established by conductors plunged in the mercury at *D* and *F*, the magnet will turn, with great rapidity.

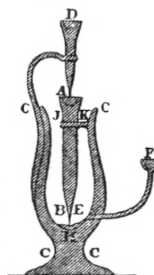


Fig. 13.

Thermo-  
Electricity.

#### ON THE POWER OF THE ELECTRICAL CURRENT IN DEVELOPING MAGNETISM IN OTHER BODIES

In a paper read before the French Institute, the 25th September 1820, Mr. *Arago* showed that the electrical current possesses, in a very high degree, the power of developing magnetism in iron and steel. Sir *Humphry Davy* stated the same facts in a letter to Dr. *Wollaston* on the 12th November 1820. Dr. *Seebeck* communicated to the Royal Academy at Berlin, the 14th December, an excellent series of experiments upon the same subject. Thus treated in the space of three months by three so highly distinguished philosophers, the subject was nearly exhausted in the same year that the discovery was made. The uniting wire of a powerful galvanic apparatus attracts iron-filings often with such a power as to form a coating around the wire ten or twelve times bigger than itself. Mr. *Arago* found that this attraction did not take its origin from any previous magnetism in the iron-filings, which could touch iron without adhering to it; nor was the attraction to be considered as a common electrical one, since brass- and copper-filings were not attracted. He found also that the iron-filings began to move before they came in contact with the uniting wire. Hence it must be admitted that this attraction is operated by converting each little piece of iron into a temporary magnet. Greater pieces of soft iron were also converted into temporary magnets, and small steel-needles into permanent magnets. Sir *Humphry Davy* had, in his researches,

The electrical current  
developing  
magnetism  
in other  
bodies.



Thermo-  
Electricity.

obtained the same results, before he had got notice of the experiments of the French philosopher. Dr. *Seebeck* seems to have been in the same case, when he made his experiments; but he had received notice of *Arago's* experiments when he published his own. The direction of the magnetism produced is always according to the fundamental law. Let the circle in Fig. 14 represent a horizontal

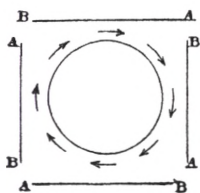


Fig. 14.

section of a perpendicular conductor, in which the current comes from above; let the little arrows indicate the direction of the revolving magnetism, and *BA*, *BA*, *BA*, *BA*, some steel needles; then these needles will obtain austral magnetism at *A*, and boreal magnetism at *B*.

Dr. *Seebeck* found that a steel needle was strongly magnetized when it was drawn around the conductor. The direction of the magnetism was the same as it should be, if the needle had been laid closely around the conductor, and afterwards removed. He laid also an armour of soft iron on both sides of the conductor, which hereby was made able to bear a considerable weight of iron.

Mr. *Arago* and Mr. *Ampère*, employed in the development of magnetism the principle of the multiplier, without having notice of the discovery of *Schweigger*. A steel needle *AB* covered with paper, was surrounded by a winding of the uniting wire *EE*, as represented in Fig. 15. The steel-needle may also be included in a glass tube. The great galvanic apparatus of the London Institution is now found to

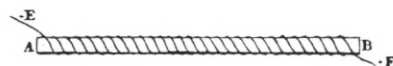


Fig. 15

develope magnetism in such an eminently high degree, that a little steel bar, by falling through a glass tube, around which the windings of the uniting wire passed, was magnetized to saturation.

The electricity produced by friction, when employed in sufficient quantity, developes likewise magnetism in steel. The discharge of an electric battery, and even of a single bottle, magnetizes a steel needle. All these magnetical effects are submitted to the same law as those of the galvano-electrical current, and hence they are also increased upon the principle of the multiplier. When the discharge passes through the air across the steel-needle, the magnetism developed is feebler than it is when the electricity passes across it through a metallic conductor.

Mr. *Savary*, at Paris, has of late discovered that steel-needles placed at different, yet small distances from a wire, through which passes an electric discharge, do not all obtain magnetism in the same direction. In one of his experiments he caused to pass the discharge of a battery having twenty-two feet surface through a platina-wire of about three feet in length and one-hundredth of an inch in diameter. The needles in contact with the wire became magnetized in the direction commonly observed, which he calls the positive direction, but a needle placed at the distance of 1.1 millimetre, about  $\frac{1}{24}$  inch, becomes magnetic in the opposite direction, which he calls the negative. At the distance of 2 millimetres a needle was not made magnetic by the discharge. At the distance of 3 to 8 millimetres the needles become magnetic in the positive direction, but most at the distance of 5.5 millimetres. From 8.6, to 21.4 millimetres, the magnetic direction was negative, with increasing intensity from 8.6, to 14.6, and with decreasing from this point until 21.4, where it was nearly at zero. From 23 millimetres distance the magnetic direction became again positive. As for different conducting wires, he found, that within certain limits the maximum of effect is the more distant from the wire, and the numbers of alternating directions the greater, in the same degree that the wire is shorter in comparison to its length. In a helix of narrow windings, needles placed parallel to its axis obtain all the same kind of magnetism, but by varying the electrical power, from that of one bottle of Leyden, to that of a battery of twenty-two feet surface, he obtained, in one experiment, six alternations, viz. three positive and three negative. When the needles are included in a metal coating, for instance, wrapt in a lamina of tin, the effect is changed. If the coating is thick, the effect is nothing, but by a coat sufficiently thin the effect may be increased. When the conducting wire is straight, a plate interposed between the wire and the needle, if thin, augments the effect, if thick, diminishes it; a certain thickness may also be found by which the plate is without effect. The needle is in all these experiments in contact with the plate. When the plate is not interposed, but the wire placed upon the plate, the effect of a very feeble discharge is increased by the plate, and still more the thicker it is. At a certain degree of discharge a thin plate diminishes the effect, a thick plate augments it. The effect of very considerable discharges is always reduced to

Thermo-  
Electricity.

Mr. *Savary's*  
discoveries.



Thermo-  
Electricity.

nothing, or inverted by thick plates. By the galvanic arrangement the same effect is not produced, when the current is uninterrupted, but analogous effects to those mentioned may be produced by an apparatus which has intensity enough to give sparks at the moment of closing the circuit. The current must, for this purpose, only be established for a moment; a constant current destroys the alternations.

The analogy of these effects, with those alternations, which may be produced in bad conductors, by common electric experiments is obvious.

Experiments  
of Mr. Hill.

Mr. Hill, at Lund in Sweden, has found that when the discharge passes along a magnetical needle, exactly through its axis, all its magnetism is destroyed. He even considers this as the best means to take away the magnetism of a needle. At the same time he remarks that when the electric charge does not go through the axis, a feeble magnetism is developed on both sides of the line of passage, which probably has led preceding philosophers into an error respecting the magnetical effects of electricity. (*Schweigger's Journal* for the year 1822, No. 3.)

Professor  
Erman's  
experiments.

Professor *Erman* at Berlin found that when the electrical discharge passes perpendicularly through the center of a round plate of steel, it reveals no magnetism, but when a split is afterwards made in the plate, or a sector cut out of it, the opposite side of the gap shows the opposite magnetism. The celebrated *Gay Lussac* and Mr. *Welther*<sup>1</sup>, without knowing the experiment of the Prussian philosopher, discovered the same fact in a steel ring. This experiment is very illustrative; it shows that the steel disc or steel ring, whose circumference has been in the same state as that of the uniting conductor, preserves after the cessation of the current a latent magnetism, resembling that of a magnetic circle, composed of small magnets, connected by their opposite poles. Such a circle is ineffectual, when the circumference is closed, but becomes a magnet when opened. This magnetism was, however, effectual during the time that the ring or disc was comprehended in the current, wherein its magnetism at every moment received a new impulse. Hence we may conclude that the circumference of the uniting conductor is not to be compared with a magnetic circle, wherein the powers are at rest, which is the theory brought forward by Mr. *Prechtel*<sup>2</sup>, director of the polytechnic school at Vienna;

<sup>1</sup> [o: Welter.]

<sup>2</sup> [o: Prechtel.]

but our experiment confirms the original idea of the magnetical effect of the current, as produced by a revolving magnetism. Thermo-  
Electricity.

This view of the subject, that the magnetism of the electrical current, is a magnetism in motion, has been overlooked by a great number of authors, who have written upon electromagnetism; while it has been adopted by two highly distinguished philosophers, Dr. *Wollaston* and Mr. *Biot*. The difference between magnetism in motion and at rest being until our time unexemplified, this view appeared to many philosophers as a mere postulate, which they tried to avoid, by adopting some other theory, particularly the elaborate theory of *Ampère*, of which we shall afterwards speak. Now the theory of revolving magnetism has obtained a considerable support by the discovery of Mr. *Arago*, who, in his researches on the effect of metals upon the oscillations of the magnetic needle, found that it was much affected by a metallic plate, for instance a copperplate, when either the needle or the plate was put in motion. There is certainly but few philosophers, who have not repeated *Arago's* remarkable experiment by which a rotatory plate of copper, or some other metal puts a magnetic needle, conveniently suspended, into a revolving motion. We must pass in silence the numerous and skilfully conducted experiments of Mr. *Barlow* and Dr. *Seebeck*; and only quote for our purpose those of Messrs. *Herschel* and *Babbage*, by which it is proved that a rotating magnet causes a conveniently suspended metallic plate to turn round. Mr. *Poisson* has read before the French Institute an elaborate mathematical treatise upon the theory of moved magnetism. Thus the theory of revolving magnetism has obtained the only confirmation which could still be desired.

#### EFFECTS OF THE MAGNET UPON THE UNITING WIRE

Professor *Oersted*, in the prosecution of his experiments, was well aware that a moveable part of the electrical circuit must be attracted and repelled by a magnet after the same laws by which the uniting wire acts upon the magnet. He published, two months after his first electromagnetical paper, another paper<sup>1</sup> in which he gives an account of an experiment he made; he found that a little galvanical circuit, suspended by a thin metallic wire was put in motion by a magnet. He complains himself, in this paper, that he had not succeeded hitherto in getting an apparatus sufficiently

Effects of  
the magnet  
upon the  
uniting wire.

<sup>1</sup> [This vol. p. 218].



Thermo-  
Electricity.

Ampère's  
apparatus.

moveable to be directed by the magnetism of the earth (*Schweigger's Journal*.) Professor *Schweigger* at Halle, and Professor *Erman* at Berlin, both invented, without knowing *Oersted's* experiment, apparatuses fit for the same purpose. It would be tedious to give an account of all the experiments made upon this subject; a short description of those which are considered as the best, will be sufficient. Fig. 16 represents, with some slight modifications,

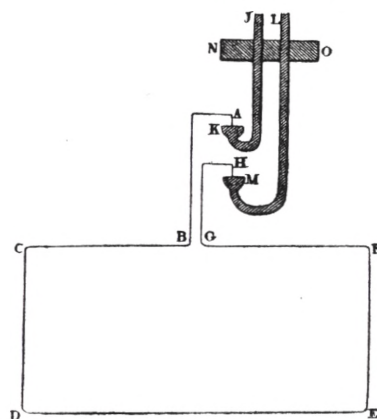


Fig. 16.

an apparatus invented by Mr. *Ampère*. *ABCDEFGH* is a bent wire, of which the two ascending parts at *B* and *G* are isolated from each other by some non-conductor and tied together. At *A*, and also at *H*, is soldered a steel point, which reposes on the bottom of a small iron cup filled with mercury, at *K* and *M*. *JK* and *LM* are brass wires, *NO* a piece of wood, in which they are inserted, and by means of which they can be fixed at a convenient place. It appears that when the current enters at the end

of one of these wires, for instance at *J*, it is obliged to pass through the whole moveable conductor *ABCDEFGH*, and go out at the other end *L*. This conductor is put in motion with much promptitude by means of the magnet. In comparing this arrangement with Fig. 5, it is obvious that the part *DEFG* of the moveable conductor, in which the current enters at *D*, is quite analogous with *BDCA*, Fig. 5, and that therefore the austral magnetism on the interior side of both, is turned towards a spectator placed over against the place represented by the figure. It is also evident, that the magnetical direction is the same in the part *BCD*, which turns the same side to the space included by the moveable conductor. Thus a magnet whose austral pole is directed against this space, will repel the conductor, but placed near to a point of the exterior side it will attract it. On the opposite side of the plane *BCDEFG*, all the effects are opposite to those here mentioned.

The magnetism of the earth is likewise able to give a direction to the suspended wire. This direction must, in the northern hemisphere, be the same which is produced by a magnet placed below the wire, with its austral pole above, and its magnetical axis put in

the direction of the dipping needle; which direction is the same as that which a magnetical needle should tend to give the wire, if it were fixed below it, in the same position which the current gives it. Thus the plane  $CDEF$  must be directed perpendicularly to the magnetical direction; when the current enters at  $A$ , the perpendicular part  $FE$  will be placed towards the west, but towards the east, if the current enters at  $H$ .

The same reasoning may be employed in all other cases where a moveable uniting wire is exposed to the influence of terrestrial magnetism; for instance, when the wire is suspended in such a way as to permit the particles to move only in vertical planes.

Fig. 17 represents an arrangement of this kind.  $ABCD$  is a wire, whose two extremities are wrapt round the ends of a thin axis of some non-conductor, and are terminated by two steel points,  $a$  and  $b$ , destined to be placed in two steel cups filled with mercury, and communicating with a galvanic apparatus. In order to give it the mobility necessary, it is nearly balanced by a counterweight at  $E$ . When the axis is placed perpendicularly to the direction of the magnetic needle, and the current enters at  $a$ , that is in the west, the plane  $ABCD$  will be driven out of its perpendicular position, and deviate towards north: but if the current enters at  $b$ , the deviation will be austral. If the axis  $AB$  is placed in the direction of the magnetic needle, the deviation will, in the first case, be towards the west, in the last towards the east. The boreal pole of a magnet, placed below  $DC$  produces the same phenomena; the deviation goes always to the left of the current.

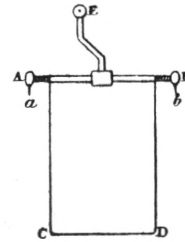


Fig. 17.

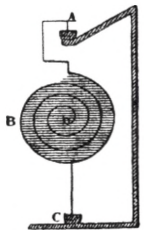


Fig. 18.

The principle of the multiplier has also been applied to the moveable uniting wire. Fig. 18 represents one of these contrivances, invented by Mr. *Ampère*, and somewhat modified by Professor *Van de Ross*. On the extremity  $A$  of the wire is a steel point, resting in a cup with mercury:  $B$  is a part of the wire, which forms spirals, fixed on a circular piece of pasteboard, through whose centre it passes at the last, and is prolonged to  $C$ , which dips in a cup of mercury. Another apparatus, likewise invented by Mr. *Ampère*, is represented in Fig. 19. The wire passes through a glass tube, from  $A$  to  $B$ , it is then wrapt around it, and, being



Thermo-  
Electricity.

returned to the extremity *A*, passes also around *CD*, and being arrived at *D* is drawn through the tube, and descends finally to the inferior cup.

Another apparatus of Mr. *Ampère*, improved by Mr. *Marsh*, destined to show the magnetical effect of the earth upon the uniting wire, is represented Fig. 20; *AB* is a cup of glass nearly filled with

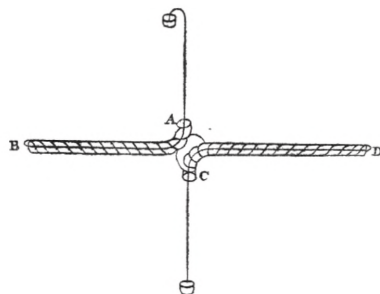


Fig. 19.

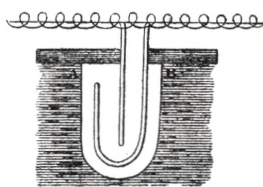


Fig. 20.

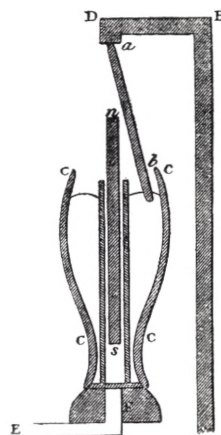


Fig. 21.

a convenient liquid, containing a galvanical arrangement, and kept swimming upon a liquid by a piece of cork; the uniting wire is like that of Fig. 19.

In the same manner as a magnet can be made to revolve round the uniting wire, so can a moveable uniting wire be made to revolve round a magnet. Fig. 21 shows the principal parts of an apparatus for this experiment, *CCCC* is a glass cup, having a hole through its foot, into which is inserted a copper tube, soldered to a copper disc, cemented to the foot of the glass. The wire *EF* is also soldered to another copper disc upon which the glass rests; *ns* is a magnet inserted in the copper tube. The cup is filled with mercury. At *a* there is a sort of ball and socket joint, by means of which a wire *ab* is put in communication with the arm *DH* of a brass pillar: both the socket and the ball are amalgamated, and a piece of silk fixed to the ball or head of the wire, passes through a hole drilled in the arm *DH*, and by which the wire *ab* is suspended, thereby

preserving the contact, and leaving to the latter a perfect freedom of motion. When the current is established, the wire *ab* will revolve about the magnet. The directions of the rotations are such as the theory indicates.

We have seen that a magnet can be made to turn round its axis. An apparatus has likewise been contrived for producing the same phenomena in a moveable uniting wire. For shortness sake we shall here omit the description of it; while we give the description of a very simple turning apparatus invented by Mr. *Ampère*, and whereof a perpendicular section is exhibited in Fig. 22. *ABCD* and *abcd* are two cylinders of copper, soldered to a bottom of copper, in such a manner that the space between the two cylinders is able to contain a liquid, but the interior cylinder is left open at both its ends. To *a* and *b* is soldered a bent copper wire, having a cavity at *F*. *zz* is a light cylinder of zinc, to which is also soldered a bent wire, in the middle *E* of which is a steel point, resting in the cavity *F*, and consequently the cylinder *zz* will move upon its point of suspension. When the space between the two cylinders is filled with a convenient fluid conductor, an electrical current is established. Now, if a magnet *NS* is introduced into the cylindrical space of *abcd*, the cylinder *zz* will begin to turn. When the north end (the austral pole) is upwards, the motion is from left to right of the observer, and the contrary with the magnet reversed; all as it could be predicted from the fundamental law of electromagnetism.

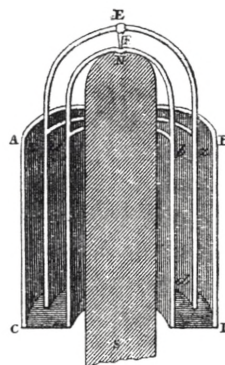


Fig. 22.

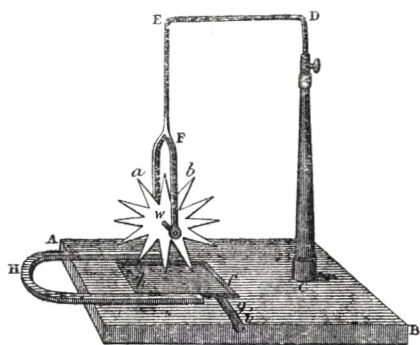


Fig. 23.

the legs of which passes the axis of a wheel *W*, of thin copper, *hf* is a small reservoir for mercury, and *gi* a narrow channel running into it. *H* is a strong horseshoe magnet. Mercury being now poured

Another ingenious contrivance, invented by Mr. *Barlow* is represented in Fig. 23, where *AB* is a rectangular piece of hard wood, *CD* a wooden pillar, *DEF* a piece of stout brass or copper wire, *ab* a somewhat smaller bent wire, soldered to it at *F*, through

Mr. *Barlow's*  
apparatus.



Thermo-  
Electricity.

into the reservoir *hf*, till the tips of the wheel are slightly immersed in it, and the surface covered with weak dilute nitric acid, let the connection with the battery be made at *i* and *D*, and the wheel will immediately begin to rotate. If the current or the magnet be inverted, the motion of the wheel will also be reversed. In order to understand this experiment, it must be remarked, that each radius of the wheel, which touches the mercury, is a part of the uniting conductor, of which one side is repelled by the austral, the other by the boreal pole of the magnet; thus it must either tend to raise or depress each of these radii.

Sir H. Davy's  
experiments.

Sir *H. Davy* has exhibited the rotation of a conductor by means of mercury. When in a shallow non-conducting vessel containing mercury, the conductors of a powerful galvanical arrangement are plunged at some distance from the sides, and one of the poles of a strong magnet is brought from below to the bottom of the vessel, near one of the conductors, the mercury round this conductor will form a vortex about it. The directions of the motions are always according to the poles and conductors in action, such as the fundamental law indicates.

Professor  
*Pohl's* ap-  
paratus.

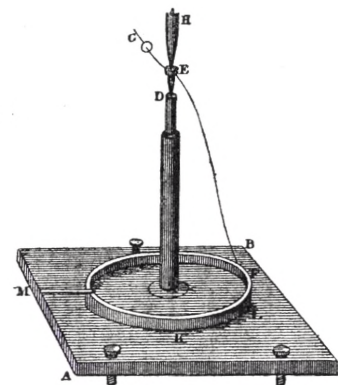


Fig. 24.

When a moveable part of the uniting wire is placed in the direction of the dipping needle, it cannot be put in motion by the magnetism of the earth; but when it is placed in another plane, though under the same inclination, it is put in motion. Professor *Pohl* at Berlin, has invented an apparatus, represented in Fig. 24 exhibiting this phenomenon. *AB* is a piece of board, supported by screws, by means of which it can be levelled. *CD* is a wooden pillar, whose superior part is moveable, and has on its top an agate, which serves to support a steel-point, whereupon rests a wire *EF*, balanced by a counter-weight *G*. At *E* is a cavity containing a drop of mercury, by means of which one of the conductors, whereof only a part *H*, here is represented, may be made to communicate with the moveable wire. *JKL* is a circular channel containing mercury, which can be put in communication with the galvanic apparatus, through a conductor at *M*. When a powerful electric current is transmitted through the apparatus, *EF* can only rest in the position of the

dipping needle; in all others, it moves until it arrives at that position, which it nevertheless will leave by the motion already obtained. Hence it must still continue to turn, when it is not stopped, to the position in which it is possible for it to rest.

Thermo-  
Electricity.

### MUTUAL ACTION OF ELECTRICAL CURRENTS

Mr. *Ampère* found, soon after the discovery of electro-magnetism, that *two conductors attract each other, when they are transmitting electrical currents of the same direction, but that they repel each other, when the currents have opposite directions.*

Mutual action of electrical currents.

The moveable conductor, represented in Fig. 16, and already described, may be employed to prove this by experiment. As the current which passes through the moveable wire *ABCDEFGH*, has in *CD* the opposite direction of that in *FE*, the same uniting wire, which attracts one of these, will repel the other. This experiment may be exhibited in various shapes; but it does not appear that any experiment which could not be made by this simple apparatus, is necessary for confirming the law above-mentioned.

This law may easily be deduced from the fundamental law of electro-magnetism, as may be seen by Fig. 25, which represents two parallel currents of equal direction, and expressed by the same signs of which we have made use in the preceding pages of this article. It is here evident, that the boreal magnetism at *b* meets with the austral at *a*, and that the austral at *a*, meets with the boreal at *β*, thus the effect must be attraction. In Fig. 26, two currents of opposite direction are represented, where the boreal magnetism at *b*, meets with that at *β*, and the austral magnetism at *a*, with the similar at *α*: which must produce repulsion.

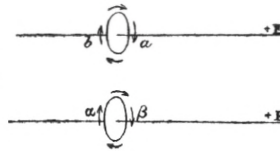


Fig. 25.

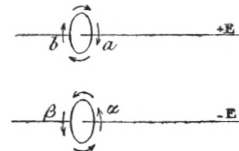


Fig. 26.

When the currents are not parallel, but form an angle, they attract each other when both are directed either towards the apex or in the contrary way, but they repel each other when one of the two currents is directed towards the apex, at the same time that the other goes off from it. Fig. 27 represents two currents which go off from the apex. The boreal magnetism being in one of these



Thermo-  
Electricity.

directed from  $b$  to  $a$ ; the austral magnetism in the other from  $\beta$  to  $\alpha$ , the result must be an attraction by which the conductors, if one of them is moveable, are brought to parallelism. The figure represents only one side of the conductors; but the opposite sides, having both their magnetical directions reversed, will likewise be attractive. It is also easily understood, that the opposite magnetical poles are directed against each other, and produce attraction when the current in both conductors goes towards the apex of the angle. Fig. 28 represents two currents having opposite directions,

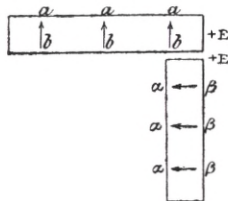


Fig. 27.

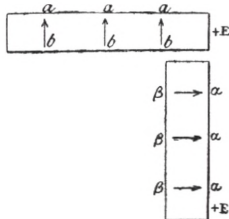


Fig. 28.

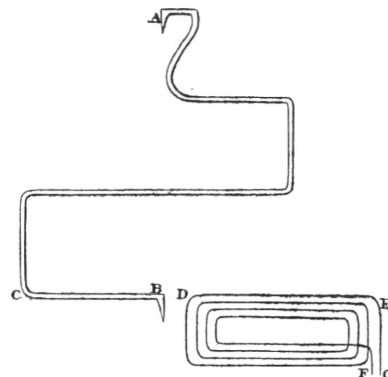


Fig. 29.

with respect to the apex of the angle. Here the similar poles in the magnetical rotations, are directed against each other, and therefore produce repulsion, such as to place both conductors in the opposite ends of one straight line, if one of them is moveable.

This may be confirmed by means of the apparatus represented in Fig. 29, consisting of two parts, viz. a moveable conductor,  $ACB$ , and a multiplying wire  $DEFG$ . The moveable wire is terminated by two steel points at  $A$  and  $B$ , which are to be placed in two small steel cups, filled with mercury, and communicating with a galvanic apparatus. The multiplying wire is preferred to a straight one, in order to increase the effect. The upper part  $DE$ , of the multiplying wire is placed at the same height as the branch  $BC$  of the moveable conductor; but in such a position that both conductors prolonged would form an angle. The extremities  $F$  and  $G$  of the multiplying wire, are to be put in communication with a galvanic apparatus.

Mr. *Ampère*, to whom we are indebted for the discovery of the mutual attractions and repulsions of the electrical currents, con-

siders the law of this action as a fundamental one, at least so far as our present knowledge extends. He thus admits no rotative action in the electrical current, but he transports it to the magnet, in which he supposes electrical currents, revolving in planes perpendicular or nearly perpendicular to the axis of the magnet. At first he supposed that all the currents had their centres in the axis, and were situated in planes perpendicular to this axis, but as he soon found that this would not represent the phenomena, he supposed that each atom of the magnet was surrounded by electrical currents, still revolving in planes perpendicular to the axis of the magnet. When Mr. *Poisson*, however, showed, that in consequence of this view the greatest effect of a magnetical bar would be placed in its extremity, contrary to experiment, he changed this supposition, and at present he is of opinion that the currents are situated in a plane somewhat inclined to the axis of the magnet.

By these suppositions, and a considerable exertion of mathematical skill, he is enabled to make this view represent well enough the phenomena, though his theory is very complicated. It is not necessary here to enter into a discussion on all the points of this theory, as simple consideration of the fact upon which it is founded will be sufficient to decide the question.

Let us suppose that electromagnetism had not been discovered before the discovery of the mutual action of electrical currents, the application of the common philosophical rules should enable us to discover therein the rotative character of the action. The fact is, as above mentioned, that parallel currents attract each other, when they have the same direction, and repel each other, when they have opposite directions. Now it is to be remarked, that two parallel things of the same direction have their opposite sides placed against each other: the left of the one is nearest the right of the other; but two parallel things of contrary directions have their similar sides turned against each other: right against right, or left against left. Thus the fact reduced to the simplest philosophical expression is that *two points of electrical currents repel each other by their similar sides, and attract each other by their opposite sides*. The most direct enunciation of the experimental result cannot here be considered as at the same time the expression of the philosophical one; for it is evident that two parallel things cannot act upon each other immediately, but only



Thermo-  
Electricity.

by some transverse action, which here shows itself as consisting of attractions and repulsions in opposite directions, or in other terms, as having polarity. But such contrary powers forming a circle, should keep themselves in equilibrium, and produce no effect without their limits, were they not in motion. Thus the very experiment of Mr. *Ampère* should, in the absence of all other evidence, be sufficient to prove, *that the electric current contains a revolving action, exhibiting every appearance of polarity*. We do not mean to ascertain the nature of these attractions and repulsions; but it has been our object only to point out the more immediate consequences of the facts.

#### ELECTROMAGNETICAL CURRENTS PRODUCED BY HEAT

Electro-  
magnetical  
currents  
produced  
by heat.

Dr. *Seebeck*, in his researches upon electromagnetism, extended at the same time his investigations to the laws of galvanic action, and among these to the influence of heat in galvanic arrangements. Some phenomena here occurred to him, which led him to think that two metals, forming a circuit, might produce magnetism when the equilibrium of heat in it was disturbed. Experiment confirmed this opinion. Fig. 30 represents such a circuit; let *ABC* be a piece of bismuth, and *ADC* a piece of copper, and let one of the junctions, *A* for instance, be heated, an electrical current will be established, which here can only betray its existence by the magnetical needle; this indicates all the magnetical properties of an electrical current, and, in

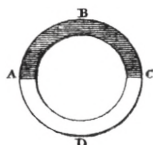


Fig. 30.

the instance here mentioned, the current goes into the heated junction from the bismuth to the copper. Dr. *Seebeck* is not inclined to consider the effect thus produced as a true electrical current, but an effect *sui generis*; and indeed we have not hitherto been able to discover in this circuit either any chemical effect, nor heat or light; still we can represent all the phenomena of Dr. *Seebeck's* circuit by the same terms as those of the common electrical current: and in the explanation of all the facts, it will appear highly probable that this current is truly a particular kind of electrical one. Professor *Oersted* has proposed to call the current discovered by Dr. *Seebeck* the *thermo-electrical* current, and in consequence of this to distinguish the action hitherto called Galvanism, by the name of the *Hydro-electrical* current. Hence we

have now the names *thermo-electricity* and *hydro-electricity*, <sup>Thermo-Electricity.</sup> to which we could add the name *tribo-electricity* for the electricity produced by friction. Dr. *Seebeck* has made a very considerable number of experiments upon the thermo-electricity produced by the metals and other perfect conductors. In a circuit containing bismuth, together with one of the other metals, he finds that, in the heated junction, the current goes always from the bismuth to the other metal; of course the bismuth loses, at that point, positive electricity. This we shall, for shortness sake, express thus: bismuth becomes negative with all other metals in the thermo-electrical circuit. In the same sense tellurium may be said to become positive with all other metals. It appears already by these two examples, that the thermo-electrical order of the metals is not the same as the hydro-electrical; and indeed the experiments of Dr. *Seebeck* have proved that these two orders are discrepant throughout.

The order of the metals, beginning with that which becomes negative with all others, is,

1. *Bismuth.*
2. *Nickel.*
3. *Cobalt.*
4. *Palladium.*
5. *Platinum.*

Several pieces of this metal gave very different results, even those which came from the same workshop. Three pieces from *Jeannetty's* platina manufacture were placed in the order of their effects very far from each other. The pieces which kept this place here between palladium and uranium were prepared by Dr. *Wollaston*, Mr. *Bergemann*, chemist at Berlin, Mr. *Trick*, chemist, appointed to the manufacture of china at Berlin, and Mr. *Jeannetty* at Paris. As one of these pieces was prepared by Dr. *Wollaston*, and the two Berlin chemists being men of much chemical skill, we may consider this place as that of the pure platinum, if Mr. *Becquerel* had not found that two parts of the same platinum wire give a considerable thermo-electric action, when one of them was drawn out so as to become much thinner. Hence it appears that the density of the platinum has a considerable influence upon its thermo-electrical effect. This might perhaps also be the case with other metals.

6. *Uranium.*
7. *Copper,*
8. *Manganum.*
9. *Titanium.*

reduced from the oxide, by means of black flux, Comp. No. 12.

10. *Brass,* some specimens. (Comp. No. 13.)
11. *Gold,* of Hungarian ducat containing  $\frac{1}{90}$  alloy of silver and copper.
12. *Copper,* occurring in the trade, and containing no silver, iron, lead or sulphur. (Comp. 21.)
13. *Brass,* some specimens. (Comp. No. 10.)
14. *Platinum,* a piece of unknown origin. (Comp. No. 5, 18, 29.)
15. *Mercury,* the purest occurring in trade.
16. *Lead,* specimens occurring in trade, and pure lead.



Thermo- Electricity	17. Tin,	English and Bohemian.
	18. Platinum,	a bar from <i>Jeannetty's</i> manufacture.
	19. Chromium.	
	20. Molybdænum.	
	21. Copper,	occurring in trade, and containing neither silver, iron, lead or sulphur. (Comp. 12.)
	22. Rhodium.	
	23. Iridium.	
	24. Gold,	<i>a</i> , purified by antimonium, <i>b</i> reduced from the oxide.
	25. Silver,	<i>a</i> , purified by cupellation, <i>b</i> reduced from the chloride of silver.
	26. Zinc,	<i>a</i> , occurring in trade, <i>b</i> pure zinc.
	27. Copper,	reduced from sulphate of copper, <i>a</i> by iron, <i>b</i> by zinc. (Comp. 12 and 21.)
	28. Wolfram.	
	29. Platina,	some specimens, (Comp. 5, 14, 18.)
	30. Cadmium.	
	31. Steel.	
	32. Iron,	<i>a</i> , occurring in trade, <i>b</i> , pure iron.
	33. Arsenic.	
	34. Antimony,	<i>a</i> , occurring in trade, <i>b</i> , pure.
	35. Tellurium.	

In this series, Dr. *Seebeck* found that though most of the metals placed here near each other give only a feeble effect, and the more distant a stronger effect, this rule is not constant; tellurium, for instance, gives with bismuth less effect than antimony. With most of the metals in the series tellurium produces a feebler effect than antimony; with silver it produces more effect than with most of the metals placed above it. Antimony produces more effect with cadmium than with mercury. Iron produces only a feeble effect with most of the other metals, and particularly with nickel and cobalt. Of such exceptions Dr. *Seebeck* has found a great many.

Dr. *Seebeck* also examined the thermo-electrical powers of several other bodies. Sulphuret of lead becomes negative even in contact with bismuth. Some other sulphurets, as sulphuret of iron, of arsenic, of cobalt and arsenic, of copper, all with a maximum of sulphur, stand in the thermo-electrical series very near to the bismuth. On the contrary, the sulphurets with a minimum of sulphur stand very near to antimony; that of copper stands even under antimony.

Dr. *Seebeck* found also that concentrated nitric and sulphuric acid are to be placed above the bismuth, but that a concentrated solution of potash or of soda, obtains a place below antimony and tellurium.

Dr. *Seebeck* constructed also circuits of two pieces of one metal; heating or melting one of the pieces, and putting one extremity of the other piece, which must be bent, in durable contact, while the

opposite extremity was in temporary contact with the heated piece. A bent silver wire was, for instance, plunged first with one of its extremities and afterwards with the other in melted silver; the magnetic needle indicated that the current was directed from the melted metal to that extremity which had been the longest time in contact. The same effect, though feebler, was observed when the silver had ceased to be liquid. When a platina wire is tried with a heated piece of platina the direction of the current is opposite. The general result of *Seebeck's* experiments is, that in the metals of the superior part of the thermo-electric series the direction of the current is as in the platina going from the heated metal to that extremity of the bent piece, which is latest put in contact with it; but in the inferior part of this series the current goes, as in the silver, from the heated metal to that extremity of the other metal, which has been longer in contact with it.

Thermo-  
Electricity.

As soon as the thermo-electrical current was discovered, it was obvious that a compound thermo-electrical circuit might be formed, in analogy with *Volta's* complex hydro-electrical circuit. This consequence did not escape Dr. *Seebeck*, but discovering some opposing circumstances, which we shall soon mention, he bestowed little labour upon this subject, to which he perhaps proposed to return another time. Baron *Fourier* and Professor *Oersted* undertook, without knowing this observation of Dr. *Seebeck's*, a similar research.<sup>1</sup> Their first complex thermo-electrical circuit was a hexagon formed of three pieces of bismuth and three of antimony soldered together. One of the sides was put in the magnetic direction, and a compass placed below it, when first one of the junctions was heated, then two, not adjacent junctions were heated, at last three, still leaving between two heated junctions one which was not heated. The compass needle changed its direction some degrees by the heating of one of the junctions, still more by the heating of two, and most when all the three junctions were heated. By cooling the three junctions by means of ice, and leaving the three others to the temperature of the atmosphere, similar and even more comparable effects were produced. By heating three alternating junctions, and cooling the other with ice, the effect rose to 60° of the compass used in the experiment. In another series of experiments a rectangular circuit of 22 bars of antimony and 22 of bis-

<sup>1</sup> [This vol. p. 272.]



Thermo-  
Electricity.

muth soldered together was employed. Here likewise as in the preceding experiment, the combined effect of heating and cooling was employed. Now the circuit was opened by dissolving one of the junctions, and, in order to establish the circuit, when required, a little cup of brass destined to contain mercury, was soldered to each of the two bars, whose conjunction was interrupted. A copper wire of about 4 inches in length, and  $\frac{1}{25}$ th inch in diameter re-established nearly the current; and by two parallel pieces of this wire the current was brought to the full effect. A wire of the same diameter, but a little more than three feet long, was found a tolerably good conductor, while a platina wire of  $\frac{1}{50}$ th inch and about 16 inches long scarcely transmitted a fortieth of the effect. Liquid acids and solutions of alkalis or other metallic oxides, which prove excellent conductors in the hydroelectrical current, were found quite isolating in the thermo-electrical circuit. Two discs of silver, separated only by a lamina of the thinnest blotting paper, moistened with sulphate of copper, isolated likewise the whole effect of the thermo-electrical current.

The thermo-electrical current, even the most intense that was tried, produced no visible chemical effect; nor was it capable of producing heat in thin metallic wires, probably because they are too feeble conductors of thermo-electricity.

The thermo-electrical circuit also produces no effect upon the electrical condensation.

It is very remarkable that, notwithstanding all that has been mentioned, the thermo-electric circuit makes a prepared frog palpitate, like the hydro-electrical circuit. The communication between the extremities of the circuit and the nerves of the frog were made by means of platina wire, in order to guard against the influence of unequally oxidated surfaces.

Among circuits differing only by their length, the shortest has the greatest effect. A circuit of double length has not much more than half the effect. Complex circuits do not seem, therefore, at first sight, more efficacious than simple ones; the length being as much increased by the increased number of elements, as the effect should be heightened by the greater number of acting junctions; but comparing circuits of equal length whereof one has only two junctions, the other more, we see the true influence of the increase of acting junctions. Fig. 31 represents a simple circuit of antimony

$aa$ , and bismuth  $bb$ , where only one of the junctions is to be heated or cooled. Fig. 32 represents a complex circuit of the same length, formed of two pieces  $aa$  of antimony, and two pieces  $bb$  of bismuth. Two of the junctions of the latter arrangement, situated on the extremities of one diagonal are here heated or cooled. Under the same changes of temperature, where the circuit, Fig. 31, made the needle to deviate about 22 degrees, that of Fig. 32 made it to deviate about 30 degrees. Fig. 33 and 34 represent two circuits of double the ex-

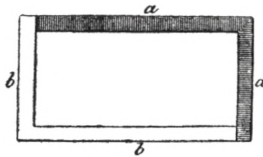


Fig. 31.

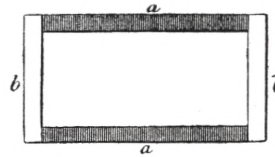


Fig. 32.

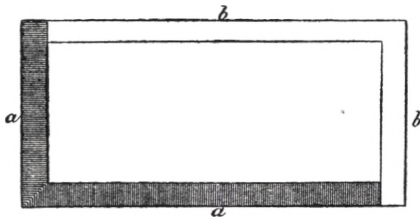


Fig. 33.

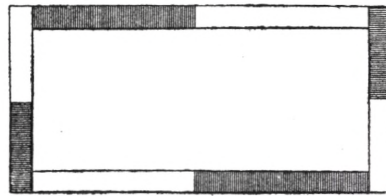


Fig. 34.

tent of the former, one simple, one having three alternations. By the same differences of temperature, by which the arrangement, Fig. 33, gave from 13 to 15 degrees, that of Fig. 34 gave nearly 32 degrees.

In several complex circuits, it is found that the heating or cooling of one junction only produces twice the angular deviations of that added by the addition of each active junction more. The effect of one active junction, when the others are at rest, is by experiment found to be twice the effect of all the arrangements, divided by the sum of the elements + one. The effect of each addition of a new active junction is only half this quantity, and seems even to be in a decreasing ratio, when the number of junctions is great.

The effect of thermo-electricity upon the multiplier is very instructive. Fig. 35 represents an arrangement formed by two pieces  $b, b$ , of bismuth, and one piece  $a$  of antimony. When the two free extremities of  $b, b$ , are put in communication with the extremities of the wire of the multiplier, and one of the junctions between  $a$



Thermo-  
Electricity.

and *b* is heated or cooled, the needle of the multiplier is deviated, but very little; when one of the junctions is only cooled with ice, the effect is not so great as that of a disc of copper with one of silver, having common water as the liquid conductor.

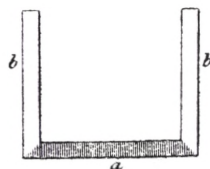


Fig. 53.

But when the extremities of *b, b*, are put in communication by means of a short piece of metal, the effect on the compass needle is considerable, whereas the effect of the hydro-electrical current of silver and copper, and even of silver and zinc, with common water as the liquid conductor, is

scarcely sensible upon the same compass needle. This is a strong additional proof of the difficult transmission of thermo-electricity.

From all these observations we must conclude that the thermo-electric current produces an enormous quantity of electricity, but in a state of exceedingly small intensity. In order to conceive this well, it is to be remarked that the *intensity* of electricity is measured by the attractions and repulsions, whose force is in the inverse ratio of the squares of the distances, and that the *quantity* of electricity is measured by the number of equal surfaces which can be electrified by it to a certain degree of attraction and repulsion indicated by the electrometer. In the voltaic pile the intensity increases with the number of discs, the quantity with the surface of each of the discs. The greater the intensity the greater is the power of surmounting obstacles, or of penetrating through imperfect conductors; on the contrary, the greater the quantity the more perfect conductor is required to transmit it. The electricity produced by some thousand pairs of discs is able to penetrate a little lamina of air; that of some hundred pairs can at least penetrate through a considerable length of water; that of two pairs cannot easily be transmitted but by the solid conductors and some of the powerful liquid conductors.

The thermo-electrical current has a prodigious quantity of electricity in comparison with the hydro-electrical of silver, zinc, and water, but the intensity of the electricity is much greater in the latter; the electricity of the former is impaired by the resistance of the long multiplying wire, the electricity of the latter surmounting this resistance is on the contrary increased by the multiplying wire.

The complex thermo-electric circuit produces much more effect

upon the multiplier, not only when the increased number of elements heightens the effect upon the compass needle, but still also when this increase does not augment the direct effect upon the needle. We must therefore conclude that the intensity increases with the number of the elements in the thermo-electrical as well as in the hydro-electrical current. It must therefore be possible to attain an intensity of the thermo-electrical current great enough for penetrating the liquid conductors, and producing the most considerable chemical effects. Still the construction of a thermo-electrical circuit of a great number of elements is very difficult, because the elements must be as short as possible in order to preserve the conducting faculty; but even the smallness of the distance between the heated and cooled parts must give way to a very speedy re-establishment of equilibrium. The best way seems to be, to produce the heating and cooling of the junctions by some continual current of hot and cold liquids.

A very easy manner of constructing thermo-electric batteries deserves to be mentioned. Fig. 36 represents it. The parts indicated by the odd numbers 1, 3, 5, represent copper slips, and those indicated by the even numbers 2, 4, 6, small bars of bismuth. All the junctions situated on one side of the dotted line *cd*, are to be heated, those on the other side are to be cooled. The extremities *a* and *b* are to be connected by a conductor. The number of elements may here be tolerably great.

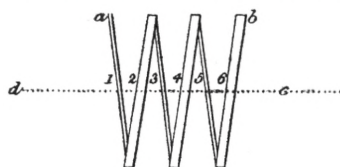


Fig. 36.

That the intensity of the electro-magnetic current must increase with the temperature was to be presumed; but this is not a general law. Dr. *Seebeck* had already found some exceptions, and also Professor *Cumming* at Cambridge, who made his experiments without knowing those of Dr. *Seebeck* upon this subject. We shall not stop here to detail these experiments, as another philosopher, Mr. *Becquerel*, availing himself of the imposed instruments of research, and making a very ingenious application of them, has given us exact measures of the quantities here occurring.

It was supposed that the declination of the needle, produced by the electrical current is in the ratio of the sine of the angle of deviation. Though this is a consequence of the resolution of powers, he thought that, in a matter so little known as the magnetical effects

Thermo-  
Electricity.Thermo-  
electric  
batteries.Mr. *Becque-  
rel's* experi-  
ments.



Thermo-  
Electricity.

of the electrical current, it might be advisable to examine the law of this measure by experiment, particularly with regard to the multiplier, where the current makes so many windings round the needle. In order to execute this plan, he formed his multiplier with four parallel and equal wires, covered with silk, and each making an equally great number of windings. Thus he had four multiplying windings about one frame. To the ends of each multiplying wire he soldered the ends of an iron wire, so that four thermo-electrical circuits, consisting of the copper wires of the multiplier and the iron wires were formed. When he wished to put one of these currents in activity, he cooled one of the junctions with ice, and heated the other in mercury. The junction was included in a thin bent glass tube, in order to guard it against the dissolving power of mercury. The mercury was heated by means of a lamp, somewhat above the temperature required, and when heated the lamp was taken away; thus the temperature remains for a short time stationary. In this manner he tried first the effect of one, then of two, three, or four of the multiplying circuits, and noted down the deviations produced, one of the junctions still being kept at the freezing point. Thus he found that one of the circuits gave, by  $5^{\circ}$  Centigrade or  $9^{\circ}$  Fahr. above the freezing point ( $41^{\circ}$  Fahr.) a magnetic deviation of  $0.65^{\circ}$  French division, or  $0.585^{\circ}$  of common division of the arc. Two circuits gave by the same temperature twice  $0.585^{\circ}$ ; three gave thrice, and four gave four times this quantity; whence he concluded, that when one circuit produces  $4 \times 0.585$  it has four times the power of that producing only  $0.585$ . It is easily understood that the greater angles of deviation could not be in the same ratio as the action; but this does not hinder us from drawing analogous conclusions. Thus by a difference of  $180^{\circ}$  Fah. one circuit gave the deviation  $10.71^{\circ}$  of the circle; but two circuits gave nearly the same ( $10^{\circ}.575$ ) by a difference of  $90^{\circ}$  Fah. But it is not in all temperatures that this proportion of the effect and temperature takes place; in very high degrees of heat he found that the effect of circuits of copper and iron did not increase so fast as the temperature. From the freezing point ( $32^{\circ}$  Fah.) up to  $284^{\circ}$  Fah. the magnetical effect increases with the temperature. From this degree to  $572^{\circ}$  the magnetic power, though increasing with the temperature, still proceeds in a decreasing progression; and exposed to the immediate action of a lamp, the current is in-

verted. When none of the junctions is at the freezing point, the effect of the circuit is equal to the difference of the effect, which Thermo-  
Electricity. each of the two temperatures applied to one of the junctions, the other being at the freezing point, should give; thus, for instance, a circuit of iron and copper, when one junction is heated to  $392^{\circ}$  F., the other being at  $32^{\circ}$  F., has an intensity expressed by 37; but when the heat is only at  $212^{\circ}$ , the intensity is expressed by 22. The difference of these two numbers is 15, which is found by experiment to be the effect of the circuit, in which one junction is heated to  $392^{\circ}$ , and the other to  $212^{\circ}$ . He found that a complex circuit of copper and iron produced an effect proportional to the number of elements, which is not the case, when the whole power of the circuit can be exerted, but is only so, when a very small part of the whole effect can be transmitted through a conductor, of such a length or feeble conducting faculty, that it requires much intensity of electricity, for being penetrated. Thus the observation of Mr. *Becquerel* proves, what had already been shown by less perfect experiments, *that the intensity of thermo-electricity increases as the number of the elements.*

Circuits of iron, with gold or silver, have likewise, as well as those which it forms with copper, a *minimum* of effect, by a certain elevated temperature, and in a still higher one their current changes its direction. In circuits of platina with gold, silver, lead, zinc, copper, and palladium, the differences of the intensities form an increasing arithmetical series.

Mr. *Becquerel* found that two pieces of platina form an active thermo-electrical current, when they are not of a perfectly equal nature. He cut through a piece of platina wire, and had one of the pieces drawn thinner; these two formed a thermo-electrical circuit. He maintains that the circuit is not efficacious unless a piece of some other metal is soldered to the one end of the wire, upon which statement we cannot but entertain some doubt, though Mr. *Becquerel's* authority is of no little weight. As Mr. *Becquerel* had found that the increments of the magnetic effect preserve the more their proportion to the increments of temperature, the more difficult the metal is in being melted [sic!]. He considers a circuit of two unequal pieces of platina as a pyrometer. By means of this, he has tried the temperature of the different parts of a spirit-flame, and estimated the temperature of the blue flame bordering the white,



Thermo-  
Electricity.

at  $1350^{\circ}$  Centigr., or  $2462^{\circ}$  Fahr.; in the white part he estimated it to be  $1080^{\circ}$  Cent. or  $1976^{\circ}$  Fahr., and in the darker part of the flame to be  $780^{\circ}$  Cent. or  $1436^{\circ}$  Fahr. The last he considers as too high, because the other parts of the flame contributed to heat the junction.

#### TERRESTRIAL ELECTRO-MAGNETISM

Terrestrial  
Electro-  
Magnetism.

We cannot pass by this subject entirely, though we must treat it very briefly. Mr. *Ampère*, who thinks that magnetism consists only in transverse electrical currents, must, in consequence of his hypothesis, suppose an electrical current round the earth, from east to west. He thinks that the numerous strata, of which our globe is composed, may form considerable galvanic arrangements; still he supposes that the rotation of the earth cannot but have an effect on the electric currents around it. Mr. *Ampère*, in consequence of his system, admits no other magnetism of the earth than these currents. The opinion, that the earth is surrounded by electrical currents, though not strictly proved, is very probable. As for the galvanic arrangements which the earth is supposed to contain, there can be no doubt that the strata of the earth may form such combinations; but it is not at all proved that they produce a current from east to west. As far as the different currents formed by the strata, do not destroy the effect of each other, it is probable that their resultant effect lies nearly in the perpendicular; for the most general situation of the strata, is that one is placed above the other, generally with some inclination; but as this inclination may have all possible directions, the effects of the galvanic arrangements, (in so far as their action should have a horizontal direction, and thus be founded upon the inclinations,) must destroy each other, even if the inclination towards one side should be somewhat predominant; for galvanic arrangements combined in variable directions of their currents, produce a total effect much feebler than the difference of their positive and negative effects. The most efficacious excitation of electricity upon the earth appears to be produced by the sun. Its light passes round the globe from sunrise to sunrise, and produces evaporation, deoxidation and heat. Evaporation in contact with oxidable matters, produces electricity, as has already been asserted, but first exactly elucidated by the ingenious experiments of Mr. *Pouillet*. That the deoxidation which the sun produces

during the day not only of the surface of plants, but also upon the surface of many other bodies, particularly when moistened, excites electric currents, is a well-known galvanic fact. That the heat produced by the sunbeams, and also circulating from east to west must produce an electrical current can scarcely be doubted; for though the surface of the earth be not composed of perfect conductors, and this resistance should make a common current insensible, the celerity of the circulation may, on the other hand, augment the effect to a degree sufficient for producing some effect upon the magnetic needle. Now, if it be admitted that the sun produces an electric current round the earth, this current must form a zone of considerable breadth, whose most intense part is situated in the plane of the circle, in which the sun seems to make its daily motion. Thus the situation of the most intense part of the zone varies with every day of the year. If we suppose that the earth had no other magnetism than that of this zone, a steel needle made magnetic by an artificial current, and then freely suspended, should take a direction towards the north and the south. Even a steel needle laid across the great natural current should be made magnetic, and suspended, take its direction accordingly. But the great current must also produce magnetism in the body of the earth itself; and as the magnetic effects of the inferior side of the current are opposite to those of the superior one, the magnetic poles of the earth become the opposite to those of the needle directed by the current, and should therefore, if we for a moment suppose the electric zone destroyed, still give it the same direction. Thus the earth seems to have a constant magnetic polarity, produced, in the course of time, by the electrical currents which surround it, and a variable magnetism produced immediately by the same current. As the sun does not produce an equal effect upon water as upon solid bodies, the intensity of the current cannot be equal in all parts of a parallel circle, and therefore the direction of the needle cannot be perpendicular to the equator, nor can it form everywhere the same angle with the equator, for the lines of equal electromagnetic intensity must be twice bent by the influence of the two great masses of continent. The yearly and daily change of the electromagnetic zone must occasion yearly and daily variations. As to the variations comprehended in greater periods, we might perhaps attribute them to a motion of the coolest points in each continent, which it appears



Thermo-  
Electricity.

cannot remain the same for ever, because the currents of warmer air must principally be directed towards such points; but we shall leave this research to future times, which may discover causes concealed from us, for explaining the great and secret revolution, which is continually performing in our globe.

It would be to offend against a love of truth, if we proposed these views as ascertained facts. Our researches upon the magnetism of the earth have been, during too short a time, directed by the electromagnetic discoveries, to enable us to give a complete theory of this subject. The great series of profound mathematical and philosophical investigations by which Professor *Hansteen*, at Christiania, has confirmed and improved the theory established by Dr. *Halley*, shows how many difficulties are to be surmounted. The accordance of this theory with observation, seems even to exclude the possibility of a new theory; but it must be remarked that this theory is only a mathematical representation of the phenomena, and does not pretend to be a physical one. In the same way as the mathematical laws of the celestial motions were discovered by *Kepler*, long time before their physical laws were superficially guessed by *Hooke*, or profoundly recognised and demonstrated by *Newton*, so the physical laws of the magnetism of the earth may now, perhaps, be fairly conjectured, and in a future age be brought to the requisite degree of perfection. Still we hope that these views will recommend themselves to farther investigation, as they would, if proved, have the great advantage of showing an intimate connection between an extensive series of phenomena upon the earth and those of the universe.

#### SOME THEORETICAL CONSIDERATIONS

Some theo-  
retical con-  
siderations.

The question has during late years been often proposed, *whether or not magnetism and electricity are identical*. There has been a good deal of misunderstanding in the discussions on this subject. Mr. *Ampère* pretends that the discoverer of electromagnetism, though he had earlier admitted the identity of these effects has, in his first paper upon electromagnetism, denied it. We must here remark that the words have two acceptations; in one of these Professor *Oersted* is perhaps the most earnest supporter of this identity, in the other he is a no less decided opponent of it. His opinion is, that all effects are produced by one

fundamental power, operating in different forms of action. These different forms constitute all the dissimilarities. Thus, for instance, pressure upon the mercury of the barometer, wind and sound, are only different forms of action of the same powers. It is easy to see that this fundamental identity extends to all mechanical effects. All pressures are produced by the same powers as that of air; all communications of motion, and likewise all vibrations, owe their origin to the same expansive and attractive powers, by which each body fills its space, and has its parts confined within this space. This fundamental and universal identity of mechanical powers has for a long time been more or less clearly acknowledged; but the effects which have hitherto not been reduced to mechanical principles, seemed to be derived from powers so different, that the one could scarcely be deduced from the other. The discoveries which began with galvanism, and which have principally illustrated our century, led us to see the common principles in all these actions. Two or three years before the beginning of the century, *Ritter* had, by means of the simple galvanic arrangement, pointed out and distinctly stated the principle of the electro-chemical theory; still his ideas were not generally admitted before the discovery of the Voltaic pile had struck the mind of the experimental philosophers with more palpable facts. That heat and light are produced by the union of the opposite electrical powers, had been acknowledged by the Swedish philosopher *Wilcke*, a cotemporary of *Black*, but this view was far from being generally admitted. *Winterl* brought it forward in 1800, and was supported by *Ritter* and *Oersted*. The last investigated the subject farther, and developed some of the principal laws of the generation of heat by the electrical and chemical powers.<sup>1</sup> He proved that the electrical powers are present in all cases where heat and light are generated. That magnetical effects can be produced by the same powers need not here be mentioned. As the chemical powers give rise to expansion and contraction, it appears that their nature is not different. Thus acknowledging the fundamental and universal identity of powers, effects must be considered as different, when their form of action differs, and therefore magnetism, in this acceptation of the term, is far from being identical with electricity. It would likewise be erroneous to pretend that all chemical effects are produced by elec-

Thermo-  
Electricity.

<sup>1</sup> *Recherches sur l'identité des forces électriques et chimiques*, p. 193-233. [This vol. p. 104-146.]



Thermo-  
Electricity.

tricity; but the truth seems to be, that the chemical effects are produced by the same powers which, in another form of action, produce electricity. The name of *electro-chemical* theory, given to the modern chemical system, seems therefore less admissible than the denomination of *dynamico-chemical* theory, proposed by *Oersted* so early as 1805. It is still true that the common electro-chemical theory deserves its name, as it does not go out of the limits of an electrical view of the subject. This theory stops throughout in generalities, and gives no account of the disparities of the effects. We will not pretend that a sufficient dynamico-chemical theory has hitherto been pointed out; we must even admit that our knowledge is not ripe enough for this purpose; but we think that some laws, accounting for the disparities, have been pointed out in the work above quoted, upon the identity of electrical and chemical powers (viz. fundamental powers), and that the ideas therein explained deserved attentive examination. The dynamico-chemical theory must still remain very imperfect, until it is decided if the powers acting in magnetism, electricity, heat, light, and chemical affinities are to be ascribed to vibratory, circulating, and other internal motions or not. That these effects do not pass without the most remarkable internal motions, appears from the experiments upon light and upon electro-magnetism. The electrical current is a system of rotative motions, upon whose directions, perhaps, all the disparity of positive and negative electricity depends. It is not improbable that even magnetism involves some rotations, and thus the opinion of Mr. *Ampère* comes to agree with ours, at least in this point. When the transmission of the electrical current through liquid bodies is accompanied with a chemical decomposition, it seems necessary to admit that the substances styled electro-positives and electro-negatives, must rotate in opposite directions, and we may suppose that their neutralizing powers are connected with the propensities to those opposite rotations. The new discoveries, in short, reveal to us the world of secret motions, whose laws are probably analogous to those of the universe, and which deserve to be the subject of our most earnest meditations.

---

# ERGEBNISSE NEUER VERSUCHE UEBER DIE ZUSAMMENDRUECKBARKEIT DES WASSERS

VON J. C. OERSTED

(Ein vom Hrn. Verfasser übersandter, aus der *Oversigt over det Kongelige Danske Videnskabernes Selskabs Forhandling* etc. genommener vorläufiger Bericht. — Die Resultate der früheren Arbeiten des Hrn. Verfassers über den vorliegenden Gegenstand finden sich in diesen Annal. Bd. IX S. 603, und Bd. XII S. 158 und 513.)

(ANNALEN DER PHYSIK UND CHEMIE. HERAUSGEGEBEN ZU BERLIN VON J. C. POGGENDORFF.  
BD. 31. P. 361—65. LEIPZIG, 1834.)<sup>1</sup>

Oersted hat seine Versuche über die Zusammendrückbarkeit des Wassers weiter fortgesetzt. Obschon die Uebereinstimmung seiner Versuche mit denen ausländischer Physiker über denselben Gegenstand wesentlich nichts zu wünschen übrig lässt, so giebt es doch einige Punkte in dieser Untersuchung, welche eine fortgesetzte Bearbeitung verdienen. Einer derselben besteht darin, dass das Wasser desto weniger zusammengedrückt werde, je wärmer es ist. Hierüber haben wir aus der Mitte des vorigen Jahrhunderts ein Paar Versuche von *Canton*, die schon durch *Oersted's* frühere Erfahrungen bestätigt wurden; allein der Zusammenhang dieser Eigenthümlichkeit des Wassers mit andern Naturgesetzen bedurfte noch einer näheren Untersuchung. Diese ist nun von *Oersted* mittelst einer Reihe von Versuchen ausgeführt, deren numerische Resultate von der Art sind, dass sie das Abweichende verlieren, wenn man annimmt, dass für jeden auf das Wasser ausgeübten Atmosphärendruck eine Wärmeentwicklung von  $\frac{1}{40}^{\circ}$  C. stattfindet. Dass dieser Wärmegrad wieder verschwindet, wenn der Druck aufhört, versteht sich von selbst. Da die Ausdehnung des Wassers für jeden neu hinzukommenden Wärmegrad gemäsz derjenigen Temperatur, welche es schon besitzt, sehr verschieden ist, so begreift man leicht, dass die bei der Zusammendrückung entwickelte Wärme dem Betrag der Zusammendrückung einen gewissen Schein von Unregelmässigkeit verleihen müsse.

Bei der Temperatur, bei welcher das Wasser am dichtesten ist, wird es durch eine kleine Erhöhung oder Erniedrigung dieser

<sup>1</sup> [Man findet dasselbe Thema in: Bibliothèque universelle des sciences. LV. P. 421-25. Genève 1834. — L'Institut; journal des académies et sociétés scientifiques de la France et de l'étranger. Tome 2. P. 219-20. Paris 1834. — Det kgl. danske Videnskabernes Selskabs Oversigter. 1832—33 P. 16—20. Kjøbenhavn. Sämtliche Aufsätze aus den »Oversigter« finden sich zu Ende dieses Bandes.]



Temperatur am wenigsten ausgedehnt. Bei dieser Temperatur wird also der Betrag der Zusammendrückung des Wassers fast gar nicht durch den Einflusz entwickelter Wärme abgeändert. Hinsichtlich des Wärmegrades, bei welchem das Wasser am dichtesten ist, weichen zwar die Bestimmungen verschiedener Experimentatoren von einander ab; doch kommen sie sämmtlich darin überein, ihn ein wenig über oder unter  $4^{\circ}$  C. zu setzen, und die vollendetsten Untersuchungen scheinen ihn auf  $3^{\circ},75$  C. festzustellen. Bei diesem Wärmegrad geben die Versuche den Betrag der Zusammendrückung für einen Atmosphärendruck von 28 franz. Zollen Quecksilber gleich 46,77 Millionteln vom Raum des zusammengedrückten Wassers.

Bei  $10^{\circ}$  C. dagegen dehnt sich das Wasser bei einem Grad Temperaturerhöhung um 84 Milliontel aus; eine Erwärmung um  $\frac{1}{40}^{\circ}$  giebt also eine Ausdehnung von 2 Millionteln, und daher ist der Betrag der scheinbaren Zusammendrückung nur  $46,77 - 2 = 44,77$  Milliontel. Bei  $16^{\circ}$  C. giebt ein Grad Erwärmung eine Ausdehnung von 160 Millionteln,  $\frac{1}{40}^{\circ}$  C. wird also 4 Milliontel geben, und mithin beträgt die scheinbare Zusammendrückung des Wassers nur 42,77. Bei  $20^{\circ}$  beträgt diese Verminderung 5 Milliontel, bei  $24^{\circ}$  schon 6.

Beim Erkalten unter  $3^{\circ},75$  C. wird das Wasser, wie bekannt, ausgedehnt. Bei  $0^{\circ}$  wird eine Erwärmung von  $\frac{1}{40}^{\circ}$  C. eine Zusammenziehung von 1,5 Milliontel hervorbringen, so dasz die scheinbare Zusammendrückung hier  $46,77 + 1,5$ , also über  $48\frac{1}{4}$  Milliontel betragen wird. Eine grosze Reihe von Versuchen, worin die ganzen Zahlen, welche die Uebersicht erleichtern, selten vorkommen, gaben immer Zahlen, welche sich im hohen Grade den berechneten näherten.

Darf man annehmen, dasz das Glas beim Zusammendrücken eine gleiche Temperaturerhöhung wie das Wasser erfährt und bei Aufhörung des Druckes wiederum verliert, und setzt man die Längenausdehnung des Glases für  $1^{\circ}$  C. gleich 9 Millionteln, die körperliche also gleich 27 Millionteln, so giebt  $\frac{1}{40}^{\circ}$  C. Erwärmung eine Volumenvergröszerung des Glases = 0,675 Millionteln. Um so viel würde also dieser Umstand die scheinbare Zusammendrückung des Wassers gröszer als die wirkliche machen, doch bei allen Graden um gleich viel. Die wahre Zusammendrückung des Wassers für einen Atmosphärendruck würde also ungefähr 46,095 Milliontel betragen. In den Brüchen der Milliontel können übrigens, der Natur dieser Versuche gemäsz, leicht Fehler

von einem Zehntel vorkommen, so dasz man vielleicht am besten thut, wenn man sich an die ganze Zahl, 46 Milliontel, hält.

Diese Vorstellung von dem Einflusz der Wärme bei obigen Versuchen wird noch dadurch bestätigt, dasz der Betrag der scheinbaren Zusammendrückung des Wassers in Flaschen oder Cylindern von Blei oder Zinn grösser ist als in Flaschen von Glas, ziemlich nahe im Verhältnisz der Ausdehnung dieser Metalle durch die Wärme.

Man könnte meinen, die Zusammendrückung des Glases und der Metalle habe hier einen bedeutenden Einflusz. Man hat nämlich geglaubt, die kubische Zusammendrückbarkeit der Körper liesze sich ableiten aus der Verlängerung oder Verkürzung, die ein Stab von derselben Materie erfährt, wenn er von einem Gewicht gezogen oder gedrückt wird; und man hat aus solchen Versuchen schlieszen wollen, die kubische Zusammendrückung des Glases durch das Gewicht einer Atmosphäre betrage 1,65 Milliontel. Aus ähnlichen Versuchen könnte man schlieszen, dasz die kubische Zusammendrückung des Bleis mehr als 30 Milliontel betrage.

Schon vor einigen Jahren hat *Oersted* gezeigt, dasz die Zusammendrückung des Wassers in Flaschen von verschiedenen Metallen zu Ergebnissen führt, die mit solchen Vorstellungen nicht übereinstimmen.<sup>1</sup> Diesen Erfahrungen hat er eine neue Klasse von Versuchen hinzugefügt. Er benutzt dazu einen Glaszylinder, der am unteren Ende zugeschmolzen ist, und am oberen offenen Ende einen eingeschliffenen Stöpsel aufnimmt, welcher durchbohrt und mit einem Glasrohr versehen ist, wie die Flasche, worin man die Zusammendrückbarkeit des Wassers zu ermitteln pflegt. Benutzt man nun den Cylinder erst zu diesen Versuchen, füllt ihn dann grösztentheils mit einer ihrem Volume nach durch Wägen in Wasser genau bestimmten Glas- oder Metallmasse, und den übrigen Raum darauf mit Wasser, dessen Gewicht bekannt ist, so kann man durch Versuche von gleicher Art, wie die über die Zusammendrückung des Wassers, die der festen Körper ausmitteln. Alle diese Versuche haben die Zusammendrückung fester Körper so klein gegeben, dasz man den Betrag derselben schwer von den unvermeidlichen Fehlern dieser Versuche sondern kann.

Es könnte leicht scheinen, als ob diese Versuche in Widerspruch kämen mit einem mathematischen Beweise; denn der berühmte

<sup>1</sup> Annalen, Bd. XII. S. 513. [Dieser Band, P. 348.]



Mathematiker *Poisson* hat aus den Versuchen über die linearen Ausziehungen oder Zusammendrückungen der Körper eine Formel für die kubische Zusammendrückung abgeleitet, durch die man Grössen bekommt, welche in gewissen Fällen 20 bis 30 Mal gröszer sind, als die aus *Oersted's* Versuchen hervorgehenden. Diesz streitet indes nicht gegen die Mathematik, sondern zeigt nur, dasz die Voraussetzungen über die innere Beschaffenheit der Körper, von denen der geehrte französische Chemiker ausging, nicht vollkommen richtig seyn können.

Bei diesen neusten Versuchen gebrauchte *Oersted* ein verbessertes Verfahren zur Messung des Luftvolums, welches als Kraftmesser angewandt wird. Die Vorrichtung besteht in einer oben verschlossenen Glasröhre, die in einer gewissen Entfernung von dem geschlossenen Ende in eine engere Röhre ausgezogen ist, und deren offenes Ende eine enge Röhre mit Maaszstab hat. Der verengte Theil hat ein Zeichen, bis wohin jedesmal die zusammengedrückte Luft reichen soll. Diesz giebt den Beobachtungen eine gröszere Genauigkeit als mit einer überall gleich weiten Röhre; die untere Röhre mit dem Maaszstabe zeigt jede Wärmeveränderung und jeden möglichen Luftverlust an.

---

## ON THE COMPRESSIBILITY OF WATER

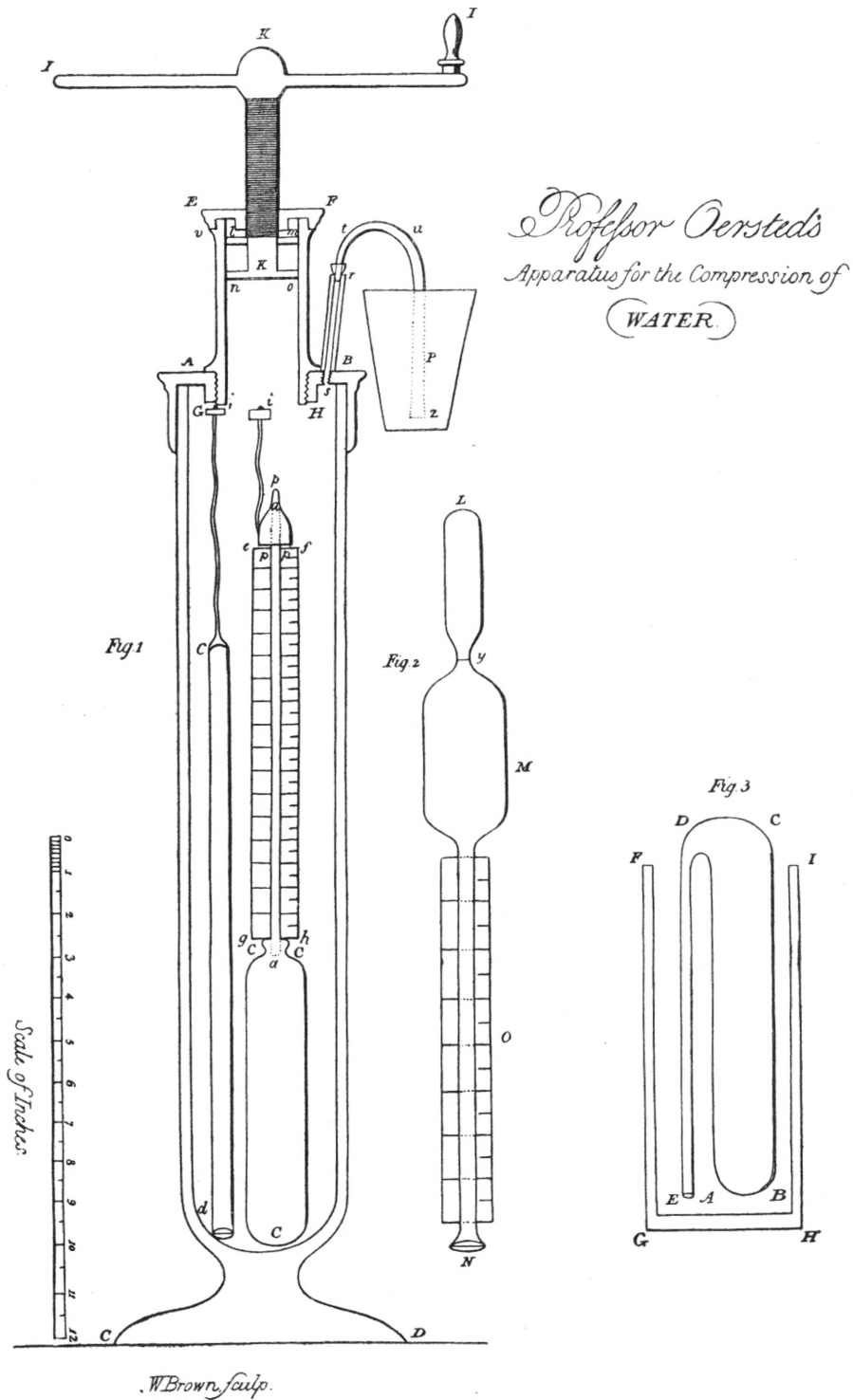
BY PROFESSOR ØRSTED

---

(FROM A LETTER TO THE REV. WILLIAM WHEWELL, DATED COPENHAGEN,  
JUNE 18, 1833)

(REPORT OF THE THIRD MEETING OF THE BRITISH ASSOCIATION FOR THE ADVANCEMENT OF SCIENCE; HELD  
AT CAMBRIDGE IN 1833. P. 353—60 LONDON 1834)

»Were I not withheld by official duties, I should certainly not omit so excellent an opportunity of renewing the very interesting and useful acquaintance I made during my last visit to England and Scotland, and of forming new ones with those distinguished scientific characters that I was not fortunate enough to meet with at that time, or such as have risen to eminence of late years. But though I must now forgo this advantage, I will not let





this opportunity pass without giving the illustrious assembly some mark of my high esteem, and of my desire to keep up the friendly intercourse which I have maintained with the British philosophers since my acquaintance with your happy country.

»You are, perhaps, aware that I have published several notices upon the compressibility of water, the first as early as 1818, and the first description of the improved method in 1822. Since that time I have still gone on improving my methods, and am now preparing a paper on the subject for the *Transactions of the Royal Society of Sciences at Copenhagen*. I will endeavour to give you a succinct account of my method and its results. It has been found that the apparatus for compressing water, a description of which I published in 1822, can give very accurate results; so that the results it has given in the hands of philosophers in different countries, have agreed more than might have been expected. Next to the accuracy of the measurements, however, one of the most important requisites of such an apparatus is, that the experiments be performed with the greatest celerity possible. When the experiment is protracted, the change of temperature produces great variations in the volume of the water,  $\frac{1}{100}$  of the thermal measure ( $1^{\circ}$  centigrade)<sup>1</sup> causing at high temperatures the volume of the water to vary more than the pressure of 3, 4, or even 5 atmospheres.

»The improved apparatus is represented in the diagram fig. 1. Its principal parts are the same as in the earlier; in each of them, however, some change is introduced. *ABCD* is a strong glass cylinder, having at the top a cylinder *EFGH*, containing a piston *lmno*, moved by a screw *KK*, as in the first apparatus; but the handle *II* is now arranged in such a manner that the screw can be turned without interruption; by this means the effect is accelerated, and subitaneous strokes avoided. The bottle *ccc*, with its capillary tube *aa*, is different from the earlier only so far, that the tube is not soldered to the bottle, but merely adjusted by grinding. This alteration is not necessary except when solid bodies are to be compressed. The scale *efgh* is divided into parts of  $\frac{1}{40}$  inch. In order

<sup>1</sup> The unit of thermal measurement is the distance between the freezing and the boiling point. I think that the most natural expression for the temperatures would be this unit and its fractions. Thus, the temperature  $0.50$  would be the same as  $50^{\circ}$  centigrade,  $19.30$  the same as  $1930^{\circ}$  centigrade. I will mark this metrical measure by Th. If this innovation should not please, I wish that it might be suppressed, and centigrade degrees put in the place, which is an easy change.

to exclude the water with which the large cylinder is filled, from communication with that of the bottle, the top of the tube *aa* is covered with a small diving-bell, or rather diving-cap, *ppp*, whose conical shape has the advantage of preventing the water from reaching the top of the tube *aa*, even when the air is compressed to a tenth or twelfth part of its first volume. Its margin is loaded with a ring of lead or brass. *cd* is a glass tube with proper divisions, containing air, whose compression measures the pressure; its inferior part is loaded with some lead or a ring of brass. *tuz* is a siphon; *P*, a vessel containing water; *ii* are two buoys of cork for lifting up the bottle and the glass tube *cd*; *sr* is a tube of brass, which can be stopped by a screw. In the beginning and at the conclusion of the experiment it serves to introduce water into the space *EFGH*, or to get it out again. Before the experiments the calibre of the two tubes must be exactly ascertained, and the relative capacities of the bottle and its capillary tube determined by the quantities of mercury they can admit. I have had some tubes in which  $\frac{1}{40}$  of an inch (making one division) held only 2 millionths of the capacity of the bottle, in others they have held more, in some even as much as 7 millionths. The capacity of the bottle was not less than  $1\frac{1}{2}$  pound, often 2 pounds of mercury. It is next filled with water, which must be boiled in the bottle in order to expel the air, which might be suspected of having a great influence in these experiments, though *Canton* has already observed that this is not the case. When the large cylinder is filled with water, the bottle is to be immersed in it. If the tube *aa* is full of water, a little of it must be expelled, which can be done by heating it gently with the hand, or better, by introducing a wire into it. As the bottle may be considered as a water thermometer, it is easy to ascertain whether it is in thermal equilibrium with the water in the cylinder. The air in the tube *cd* must likewise be brought to the same temperature with the water, before it is ultimately immersed. When the pumping cylinder shall be placed in its box, the piston must be at *GH*. If the large cylinder is full of water, part of it will be expelled through the siphon *tuz*. Now the piston is to be lifted up by means of the screw, whereby the pumping cylinder is filled with water. When this is done, the siphon is taken away, and the tube *rs* is stopped by a screw appertaining to it. The experiment is most conveniently performed by three per-



sons; one turning the screw, the second observing the height of the water in the tube *aa*, and the third observing the volume of the air in the tube *cd*: the last writes down the numbers observed. Now, the point where the water stands in the tube of the bottle is to be noted. The descending piston having reduced the volume of the air in the tube *cd* to the point desired, the observer of it takes hold of the handle of the screw, and keeps the volume unchanged until the other observer has settled the point to which the water is brought down, and writes down the observation. When the piston is lifted up to its first place, the screw at *r* is to be opened, and the state of the water in the capillary tube again noted down. I commonly make ten or more such observations, one after another, which is performed in less than ten minutes when the operators are accustomed to work together. An example will illustrate the use of the observations.

#### HEIGHT OF THE WATER IN THE CAPILLARY TUBE

Before the pressure.	Mean.	When the pressure has ceased.	Length of descent in the capillary tube.	Point to which the pressure has driven the water down.
248·9	248·95	249·0	50·35	198·6
249·0	249·2	249·4	50·20	199·0
249·4	249·7	250·0	49·90	199·8
250·0	250·5	251·0	50·10	200·4
251·0	251·5	252·0	49·90	201·6
252·0	252·65	253·3	49·85	202·8
253·3	254·1	254·9	49·90	204·2
254·9	255·5	256·1	49·70	205·8
256·1	256·95	257·8	49·95	207·0
257·8	258·4	259·0	49·80	208·6
259·0	259·5	260·0	49·70	209·8
Mean of descents = 49·96.				

»The height of the mercury in the barometer, reduced to the freezing point, was at the same time 332·36 French lines. The volume of the air was in each experiment reduced to 5·264, or the pressure added to that of the atmosphere was 4·264 atmospheres. The pressure reduced to lines of mercury is thus,  $332·36 \times 4·264 = 1417·18$ ; yet this reduction was not produced by the united pressure of the atmosphere and the piston alone, but was aided by a pressure of 40 lines of water, whose effect is equal to that of 2·94

lines of mercury, which is to be deducted, leaving then a pressure of 1414·24. Now, when a pressure of 1414·24 produces a descent of 49·96 parts, a pressure of 336 must produce a descent of nearly 11·87 parts. Each part makes in the instrument here employed 3·497 millionths of the whole capacity.  $11·87 \times 3·497$  gives ultimately 41·51. The temperature of the water was at the beginning 0·20 Th., at the end 0·2025 Th., by the thermometer. The water stood 10·1 parts, about 35 millionths, higher at the end of the experiments than at the beginning. This gives 0·202 Th., which is as perfect an agreement as could be desired, the difference being only 0·0005 of the thermal measure, or 0·09 degree of the scale of Fahrenheit. During the last three months I have not made use of the tube *cd* for measuring the compression of air, but I have employed a glass tube *LMN* (fig. 2.), whose shape is better seen in the diagram than it can be described. The capacity of the part above the line *y*, and that of the whole, are measured by weights of mercury. When the instrument is sunk in the water, the liquid mounts in the tube which has the scale *O*, whose parts are likewise measured by mercury. This has the double advantage of giving a more accurate measure, and of showing whether or not the volume of air has changed. In the series of experiments above mentioned this measure has been employed. By a considerable number of experiments, I have found that the compressibility of water is not so great in high temperatures as in lower. *Canton* had already obtained this result, but some doubts might remain, because his experiments were made by means much more troublesome to make use of, and at a time when all instruments were less perfect. Here, as well as in the whole research into the compressibility of water, the new experiments prove the great skill and acute judgement of this distinguished philosopher. My experiments are much more numerous than his, and have been extended to a greater range of temperatures. Their results<sup>1</sup> may be expressed by supposing that the pressure of one atmosphere equivalent to 336 French lines' height of mercury develops a heat 0·00025 Th. = 0·045° Fahr. In calculating this I have made use of the tables of Professor *Stampfer* at Vienna, who finds the highest contraction of water at 0·0375 Th., or 38·75° Fahr. At this point the recession of water by the pres-

<sup>1</sup> [The following results are briefly summed up in a letter from *Ørsted* to *Chevreul* read in the Academie des sciences 27/6 1833 and printed in: *Revue encyclop.* Tome 59. P. 287. Paris 1833.



sure of one atmosphere is 46·77 millionths. At 0·08125 Th.<sup>1</sup> the volume of the water augments 71·75 millionths, having its temperature augmented 0·01 Th. The heat developed by the pressure thus augments its volume  $0·00025 \cdot \frac{71·75}{0·01} = 1·79$  millionth, or the recession is  $46·77 - 1·79 = 44·98$  millionths. Actual experiments have given it 44·89, or 0·09 millionth greater. The coincidence is often less perfect. At 0·1775 Th. the quantity calculated is 42·65, the

<sup>1</sup> PART OF STAMPFER'S TABLE

Temperatures according to the centigrade thermometer.	Volumes of the water.	Differences.
— 3	1·000373	104
2	1·000269	87
1	1·000182	69
0	1·000113	52
+ 1	1·000061	36
2	1·000025	20
3	1·000005	5
3·75	1·000000	1
4	1·000001	11
5	1·000012	26
6	1·000038	41
7	1·000079	56
8	1·000135	70
9	1·000205	84
10	1·000289	98
11	1·000387	110
12	1·000497	123
13	1·000620	137
14	1·000757	149
15	1·000906	160
16	1·001066	173
17	1·001239	183
18	1·001422	195
19	1·001617	205
20	1·001822	217
21	1·002039	226
22	1·002265	237
23	1·002502	247
24	1·002749	256
25	1·003005	266
26	1·003271	274
27	1·003545	283
28	1·003828	291
29	1·004119	299
30	1·004418	

quantity given by experiment 43·03, a difference of 0·38 millionth. The experiment mentioned above gave a recession = 41·51 at 0·20125 Th. (mean of the temperatures of the beginning and end of the series). The calculation gives 41·63, or a difference of 0·12 millionth. At [−] 0·005 Th. the change of volume produced by one 0·01 is 60·5 millionths, but inversely, as the water at low temperature loses in volume by augmented heat; thus an addition is to be made equal to  $\frac{60\cdot5}{0\cdot01} \cdot 0\cdot00025 = 1\cdot5$ . Now 46·77 + 1·5 gives 48·27, experiment 48·02. At 0·019 the quantity calculated is 47·72, that given by experiment 47·97. I have not yet finished the tedious discussion of all the experiments, but as far as I have proceeded the agreement of the hypothesis with facts is satisfactory. Messrs. *Colladon* and *Sturm* have in the calculation of their experiments introduced a correction founded upon the supposition that the glass of the bottle in which the water is compressed should suffer a compression so great as to have an influence upon the results. Their supposition is, that the diminution of volume produced by a pressure on all sides can be calculated by the change of length which takes place in a rod during longitudinal traction or pression. Thus, a rod of glass, lengthened by a traction equal to the weight of the atmosphere as much as 1·1 millionth, should by an equal pression on all sides lose 3·3 millionths, or, according to a calculation by the illustrious *Poisson*, 1·65 millionth. As the mathematical calculation here is founded upon physical suppositions, it is not only allowable, but necessary, to try its results by experiment. Were the hypothesis of this calculation just, the result would be, that most of the solids were more compressible than mercury. For this purpose I have procured cylinders of glass, of lead, and of tin, which filled the greater part of a cylinder, to which a stopple of glass, perforated by a capillary tube, was adjusted by grinding. I have not yet exactly discussed all the experiments on this subject, but the numbers obtained are such as to show that the results are widely different from those calculated after the supposition above mentioned. The quantity assigned by this calculation to the glass is very small indeed, yet the experiment gives it much less. Lead, which extends, according to *Tredgold*, 20·45 millionths by a weight equal to that of the atmosphere, and thus much more by the pressure on all sides, does not change one millionth. Tin is not more compres-



sible. The inverse experiment is, perhaps, still more striking. I published it some years ago: however, as I have now repeated these experiments, and as they appear hitherto not to have satisfied philosophers, I shall here mention, that in all my experiments upon the subject, I have invariably found that the recession of the water in the capillary tube is about 1·5 millionth greater in bottles of lead or tin than in those of glass. Supposing the compressibility of the solid bodies to be so small that it cannot be observed in those experiments, yet the heat developed by the compression, feeble as it is, produces a small augmentation of the recession of the water in the capillary tube. If the dilatation of a rod of glass by 1 Th. is 0·0009, its cubical dilatation is 0·0027, and the dilatation by an increase of 0·00025 is 0·000000675, or nearly 7 ten millionths. The dilatation of lead is about 3 times greater, and the bottle containing it must get an increase of 0·00000225, which exceeds the former by more than 1·5 millionth. The dilatation of tin should give only one millionth more than glass, but it seems to give a little more, yet the quantity is not great. After all this, I think that the true compressibility of water is about 46·1 millionths, and that the apparent compressibility depends upon the effect of the heat developed by the compression, by which the liquid and the bottle are dilated.

»My continued experiments have confirmed my earlier result, that the differences of volume in the compressed water are proportionate to the compressing power. I do not know if the method I have made use of to try the effects of high compression has been published in England. These experiments cannot be made in a cylinder of glass; one of metal is required. As, in this case, the opacity prevents direct observations being made, an index, nearly like that in *Six's* register-thermometer, is placed in the capillary tube of the bottle. This tube is dilated a little at the top, so as to form a minute funnel. Some drops of mercury are poured into it, which being pressed, pushes the index forward; thus the recession may be seen when the bottle is taken out of the large cylinder. The compression of the air is measured in another way: a bent tube, of the form shown in fig. 3, is fixed in a glass vessel *FGHI* containing mercury, and exposed to the pressure together with the bottle. The pressure of the piston upon the water in the cylinder is communicated to the mercury, and pushes it into

the wide part of the tube, as far as the resistance of the air will permit. The weight of the mercury driven into the wide part *ABCD*, together with that which has filled *DE*, and which may be computed, compared with the weight of mercury which the whole tube can admit, gives the volume of the air compressed. By this kind of experiment I have found that the decrease of volume produced by pressure preserves the same proportion to the pressing power as far as the pressure of 65 atmospheres, and probably much further; but how far, I have not hitherto been able to try, my apparatus not having resisted a greater pressure.

»I have thus given you a short abstract of my researches into the compressibility of water. They may be considered as a continuation of those of *Canton*. I should feel much flattered if they should obtain the approbation of the philosophers of the country where the first good experiments upon the subject have been made.«

## UEBER EIN NEUES ELEKTROMETER

VON J. C. OERSTED

(ANNALEN DER PHYSIK UND CHEMIE. HERAUSGEGEBEN ZU BERLIN VON J. C. POGGENDORFF.  
BD. 53. P. 612—13. LEIPZIG, 1841)<sup>1</sup>

**D**iesz Instrument, welches der K. Gesellschaft der Wissenschaften zu Kopenhagen vorgezeigt wurde, sieht man in Fig. 1 in halber Grösze abgebildet.

*aa* ist ein dünner ausgeglüheter Messingdraht, der den Zeiger ausmacht; *bbb* ein Bügel von sehr dünnem Eisendraht, der einen äusserst schwachen Magnetismus haben musz, *cccccc* ist eine Messingröhre, welche sich in einem Bügel endet; *ee* ein Stift, um den das eine Ende eines Coconfadens gewunden ist; dieser Faden trägt den Zeiger.

*dddd* ist eine Glasröhre, worin die Messingröhre, die sich in einem Bügel endigt, mit Gummilack eingekittet ist. Man lässt den

<sup>1</sup> [Man findet dasselbe Thema in: Forhandlingar ved de skandinaviske Naturforskeres første Møde i Kjøbenhavn 1840. P. 213. Kjøbenhavn 1841. — Det kgl. danske Videnskabernes Selskabs Oversigter. 1840. P. 24. Kjøbenhavn. Sämtliche Aufsätze der »Oversigter« finden sich zu Ende dieses Bandes.]



Lack nicht die ganze Länge der Röhre ausfüllen, damit der Weg über den Isolator hin um so viel länger werde.

*gg* ist ein Mikroskop mit senkrechtem Faden, das mittelst einer geeigneten Fassung an der Stange *ii* auf- und abgeschoben werden

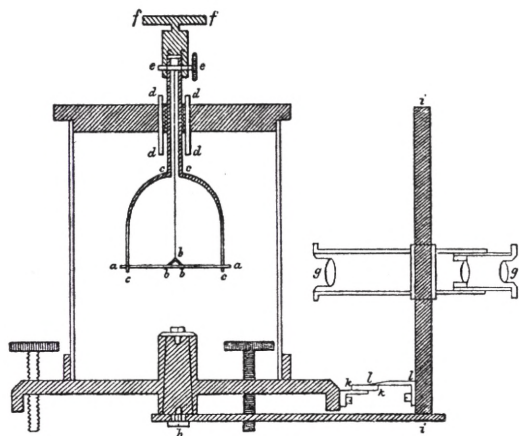


Fig. 1.

kann. Bei *h* ist ein Zapfen, um welchen *hi*, mithin auch das Mikroskop, gedreht werden kann; *ll* ist ein Zeiger, der während der Drehung des Mikroskops sich über einem durch *kk* angedeuteten getheilten Bogen hinwegschiebt.

Das Mikroskop, welches von einem andern Instrumente genommen wurde, ist mehr als nöthig zusammengesetzt. In den allermeisten Fällen ist es überflüssig; ja wer scharf sieht,

kann es ganz entbehren. Zu eigentlichen Messungen habe ich es noch nicht benutzt.

Der Glascylinder, worin das Elektrometer aufgehängt ist, der hölzerne Deckel und der Fusz mit den Stellschrauben erfordern keine Beschreibung.

Ich habe das Instrument so zeichnen lassen, wie es für den ersten Augenblick fertig dasteht. Es trägt aber noch viele Spuren des ersten Versuchs an sich, wo früher verschiedene andere Einrichtungen gemacht waren. Ein neues ist schon in Arbeit. Die grosse Brauchbarkeit des Instruments zu feinen Messungen hat mich aber bewogen, diese Zeichnung mitzutheilen, da ein Jeder leicht die erforderlichen Verbesserungen daran anbringen kann.

Um den Gebrauch des Instruments zu verdeutlichen, fügen wir aus der vom Hrn. Verf. mitgetheilten: »*Oversigt over det Kongl. Danske Videnskabernes Selskabs Forhandlinger etc. i Aaret 1840*, noch Folgendes hinzu. (P).

Der Wagbalken hängt in einem Glascylinder, durch dessen Deckel ein Metallbogen geht, isolirt von diesem durch Gummilack und Glasröhre, und dessen Enden solchergestalt mit denen des

Wagbalkens in Berührung kommen, dass das eine die rechte und das andere die linke Seite berührt. Indem also der Metallbogen Elektrizität empfängt, geht diese zugleich in den Wagbalken über und erzeugt eine Drehung. Wenn die magnetische Richtkraft (des Eisenbügels) so geringe ist, dass sie kaum merkbar, zeigt dieses Elektrometer eine ausserordentliche Empfindlichkeit. Um sehr schwache elektrische Wirkungen zu entdecken, theilt man ihm zuerst etwas Elektrizität mit, welche den Wagbalken um einige Grade dreht. Ein Körper, welcher dieselbe Art von Elektrizität besitzt, bringt dann, wenn er genähert wird, eine sehr bedeutende Vergrößerung der Abweichung hervor. Die Elektrizität, welche isolirte Zink- und Kupferplatten nach Berührung und Abhebung zeigen, wird auf diese Weise, ohne Hülfe eines Condensators, sehr wahrnehmbar.

---

## EINE NEUE VORRICHTUNG ZUM MESSEN DER CAPILLARITAET

VON J. C. OERSTED

---

(ANNALEN DER PHYSIK UND CHEMIE. HERAUSGEGEBEN ZU BERLIN VON J. C. POGGENDORFF  
BD. 53. P. 614—16. LEIPZIG, 1841)<sup>1</sup>

Die experimentelle Untersuchung über die Haarröhrenwirkungen sind bisher in sehr enge Gränzen eingeschränkt gewesen, indem man sich fast ausschliesslich Röhren oder Platten von Glas bedienen musste; und doch würde es sehr wichtig seyn, diese Wirkungen auch bei undurchsichtigen Körpern, namentlich Metallen, zu prüfen. Um diese Einschränkung zu entfernen, wurde der Apparat construirt, den Fig. 1 in  $\frac{1}{8}$  der wirklichen Grösze darstellt.

*aaaa*, *bbbb*, *cccc* sind Glasröhren, welche mit einander in Gemeinschaft stehen. Das obere Ende von *aaaa* trägt einen kupfernen Ring, der nach oben hin dicker wird, und dessen breiter Rand plangeschliffen ist. Auf diesem passen mehrere durchbohrte, unten plangeschliffene Platten wie *ll*. *LL* (Fig. 1 a) stellt den Durchschnitt einer solchen in natürlicher Grösze dar.

---

<sup>1</sup> [Man findet dasselbe Thema in: *Annal. de Chimie*. Tome 4. P. 379-81. Paris 1842. — *Erdmanns Journal f. prakt. Chemie*. Bd. 23. P. 472-75. Leipzig 1841. — *Det kgl. danske Videnskabernes Selskabs Oversigter* 1840. P. 22-24. Kjöbenhavn. Sämtliche Aufsätze der »Oversigter« finden sich zu Ende dieses Bandes.]



Wenn die Deckplatte von Metall ist, wie der Ring, kann die Dichtheit der Anschliesung durch Quecksilber bewirkt werden, in anderen Fällen durch Fett.

*bbbb* ist die Vergleichungsröhre, worin die Höhe der Flüssigkeitssäule die Grösze der Haarröhrenwirkung in der gedeckten Röhre anzeigt.

*cccc* ist die Stempelröhre, worin ein oben und unten zugeschmolzener Glascylinder herabgedrückt oder emporgehoben werden kann, wodurch man auf den Stand der Flüssigkeit in den beiden andern Röhren wirkt.

*gg* ist ein senkrechter, in Millimeter eingetheilter Maaszstab, woran ein mit einem Nonius versehener Schieber *ee* auf- und abgehen kann.

Dieser Schieber trägt zwei in horizontaler Richtung drehbare Arme *f, f'*. Der obere Rand von *f* und der untere von *f'* liegen in einer Linie.

Zum Anfange eines Experiments mit einer gegebenen Deckplatte, wird die Höhe des obersten Punktes, woselbst die Mündung einer Haarröhre ist, gemessen. Man dreht in dieser

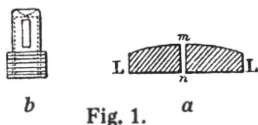
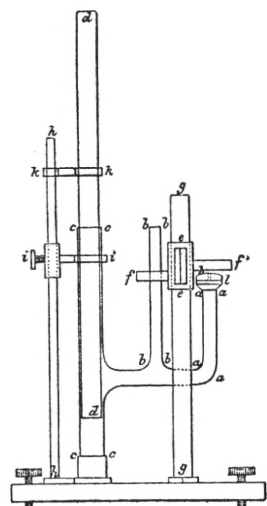


Fig. 1.

Absicht den Arm *f'* darüber hin, und sorgt dafür, dass er an dem obersten Punkte anliegt. Nach der Messung wird er wieder seitwärts gedreht.

Die Dicke der Deckplatte wird mittelst des Sphärometers gemessen, um die Länge der durchgehenden Haarröhre genau zu bestimmen.

Die Weite der Haarröhren wird durch einen hineingepassten Metalldraht, der nachher gemessen wird, bestimmt.

Die Höhe der von der Haarröhrenkraft getragenen Flüssigkeitssäule wird durch den Abstand zwischen der unteren Oeffnung der Haarröhre und der Oberfläche der Flüssigkeit in der Vergleichungsröhre *bbbb* gemessen.

*f* dient dazu, die Höhe der Flüssigkeit in der Vergleichungsröhre auf den Maaszstab zu übertragen.

*hh* ist ein senkrechter Stab, der durch einen Schieber *ii* mit

Ring und Schraube die Röhre *cccc*, und somit den ganzen Glasapparat festhält.

*kk* ist eine Einrichtung mit einem Ringe, wodurch der als Stempel dienende Cylinder geht, und durch Reibung in jeder gegebenen Lage festgehalten wird.

Der Fusz mit drei Stellschrauben braucht wohl nicht beschrieben zu werden.

Wenn die Flüssigkeit in den Röhren *aaaa*, *bbbb* so weit emporgetrieben wird, dasz sie anfängt über die obere Oeffnung der Haarröhrenplatte hervorzutreten, kann man noch eine Zeit lang den Druck erhöhen, ehe die Flüssigkeit überläuft. Die Grösze des Druckes, wobei der Ueberlauf anfängt, kann durch den Stand der Flüssigkeit in der Vergleichungsröhre bestimmt werden, und so erfährt man die herabdrückende Haarröhrenkraft.

Wenn diese Versuche mit Quecksilber angestellt werden, könnte die Deckscheibe leicht durch den Druck von unten abgehoben werden; man musz daher einen Gegendruck anwenden. Die in Fig. 1 *b* dargestellte Einrichtung, welche zur Herabdrückung der Deckplatte darüber gegangen wird, hat mir gute Dienste geleistet. Es ist ein hölzerner Cylinder, unten mit einem bleiernen Ring belastet, an zwei entgegengesetzten Seiten der Länge nach durchschnitten, um die Beobachtung des Fallens der Flüssigkeit in der Röhre zu erlauben. Oben ist eine halbkugelförmige Vertiefung, die in der Mitte eine Oeffnung von ein Paar Linien Durchmesser hat.

---

*Zusatz.* Noch hat, heiszt es in der im vorigen Aufsatz erwähnten »*Oversigt*«, der Verfasser nicht Gelegenheit gehabt, recht zahlreiche Versuche nach dieser Methode anzustellen, doch hat er eine hinlänglich grosze Anzahl mit Wasser und mit Quecksilber ausgeführt, und dabei Oeffnungen von ziemlich verschiedenem Durchmesser, so wie Deckplatten von verschiedenen Stoffen, namentlich Metallen und Glas angewandt. Gleiche Oeffnungen in Deckplatten von amalgamirtem Kupfer und von Glas hoben das Wasser zu gleicher Höhe. Quecksilber wurde von durchbohrten Deckplatten von amalgamirtem Kupfer ungefähr  $\frac{3}{4}$  so hoch als Wasser gehoben, woraus folgt, dasz die Haarröhrenkraft ein mehr als zehn Mal so groszes Gewicht von Quecksilber als von Wasser trägt. —

---



# LETTER, ON THE DEVIATION OF FALLING BODIES FROM THE PERPENDICULAR, TO SIR JOHN HERSCHEL, BART.

FROM PROF. OERSTED

---

(REPORT OF THE SIXTEENTH MEETING OF THE BRITISH ASSOCIATION FOR THE ADVANCEMENT OF SCIENCE. 1846. NOTICES P. 2—3. LONDON 1847.)<sup>1</sup>

The first experiments of merit upon this subject were made last century, I think in 1793, by Professor *Guglielmini*. He found in a great church an opportunity to make bodies fall from a height of 231 feet. As the earth rotates from west to east, each point in or upon her describes an arc proportional to its distance from the axis, and therefore the falling body has from the beginning of the fall a greater tendency towards east than the point of the surface which is perpendicularly below it; thus it must strike a point lying somewhat easterly from the perpendicular. Still, the difference is so small, that great heights are necessary for giving only a deviation of some tenth-parts of an inch. The experiments of *Guglielmini* gave indeed such a deviation; but at the same time they gave a deviation to the south, which was not in accordance with the mathematical calculations. *De la Place* objected to these experiments, that the author had not immediately verified his perpendicular, but only some months afterwards. In the beginning of this century, Dr. *Benzenberg* undertook new experiments at Hamburg from a height of about 240 feet. The book in which he describes his experiments, contains in an appendix researches and illustrations upon the subject from *Gauss* and *Olbers*, to which several abstracts of older researches are added. The paper of *Gauss* is ill-printed, and therefore difficult to read; but the result is, that the experiments of *Benzenberg* should give a deviation of 3·95 French lines. The mean of his experiments gave 3·99; but they gave a still greater deviation to the south. Though the experiments here quoted seem to be satisfactory in point of the eastern deviation, I cannot consider them to be so in truth; for it is but right to state that these experiments have considerable discrepancies among themselves, and that their mean therefore cannot be of great value. In some other experiments made afterwards in a deep pit, Dr. *Benzenberg*

---

<sup>1</sup> [The same subject is dealt with in: Amtlicher Bericht über die 24<sup>te</sup> Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte 1846 in Kiel. P. 192—93. Kiel 1847.]

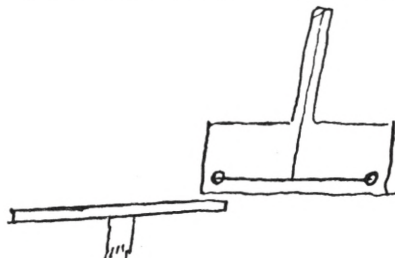
obtained only the easterly deviation; but they seem not to deserve more confidence. Greater faith is to be placed in the experiments tried by Professor *Reich* in a pit of 540 feet at Freiberg. Here the easterly deviation was also found in good agreement with the calculated result; but a considerable southern deviation was observed. I am not sure that I remember the numbers obtained; but I must state that they were means of experiments which differed much among themselves, though not in the same degree as those of Dr. *Benzenberg*. Professor *Reich* has published his researches, an abstract of which is to be found in *Poggendorff's »Annalen der Physik«*. After all this there can be no doubt that our knowledge upon this subject is imperfect, and that new experiments are to be desired; but these are so expensive, that it is not probable that they would be performed with all means necessary to their perfection without the concurrence of the British Association. I will here state the reasons which seem to recommend such an undertaking. 1. The art of measurement has made great progress in these later times, and is here exercised in great perfection. 2. All kinds of workmanship can be obtained here in the highest perfection. I think it would not be impossible to have an air-tight cylinder of some hundred feet high made for the purpose. This would indeed be expensive, but it would present the advantage that the experiments could be made in the vacuum and in different gases. 3. With these experiments others could be connected upon the celerity of the fall and the resistance opposed to it by the air and by gases. Professor *Wheatstone's* method for measuring the time would here be of great use. 4. If the southern deviation should be confirmed, experiments could be undertaken in order to discover in how far this could be effected by magnetism in motion. For this purpose balls of different metals might be tried. Very moveable magnetical needles, well-sheltered, but placed sufficiently near to the path of the falling bodies, would indicate magnetical effects induced in them.

---

[The same is contained in a letter from *Oersted* to Sir *John Herschel* sent from Portwood House <sup>14/9</sup> 1846 (Universitetsbibliotheket, Copenhagen. Parcel No. 17), which has in addition the following unprinted page:] >I am far from thinking that the experiments in question give a certain result, or even a highly probable one, but I think that its probability is sufficient to call forth new experiments, and to utter some opinion upon the cause of the southern deviation. I think that the southern deviation originates from the action, which a magnetic pole exercises upon a body approaching it. Now in the experiments



here mentioned the falling body approaches with increasing celerity to the northern pole and is therefore repelled from it. Though this could be considered as a consequence of well known experiments, I have tried some ones [once?] more, particularly related to the subject.



rod from its original situation, towards which it returns through oscillations, when the magnet ceases to be moved.◀

The diagramma here joined represents the very simple apparatus. It consists of two parts: a glasscase, containing a balance of torsion, in which two leaden bulbs are fastened at the ends of a wooden rod, and of a magnetic bar fixed on a perpendicular axis, connected with a machinery by which it can be turned round, so that the magnet moves in a plane perpendicular to that represented here by the paper, and very near to the bottom of the glass case. The motion of the magnet produces a considerable deviation of the horizontal

## ON THE CHANGES WHICH MERCURY SOMETIMES SUFFERS IN GLASS VESSELS HERMETICALLY SEALED BY PROF. ØRSTED

(REPORT OF THE SIXTEENTH MEETING OF THE BRITISH ASSOCIATION FOR THE ADVANCEMENT OF SCIENCE.  
1846. NOTICES. P. 37. LONDON 1847)<sup>1</sup>

It has been frequently noticed that mercury inclosed in glass tubes, even when those tubes were hermetically sealed, undergoes a remarkable change. It first becomes covered by a thin film of a yellow colour, which adheres to the glass, and becomes eventually nearly black. This has been attributed to oxidation, but the oxidation which would arise from the exceedingly small quantity of atmospheric air which could be contained within the bulbs exhibited by Professor *Oersted* was too small to account for the formation of such a quantity of dark and yellow powder as many of them exhibited. Professor *Oersted* referred the change on the mercury to the action of that metal on the glass of which the bulb was formed. It appears that sulphate of soda is frequently employed in the manufacture of glass, and it is thought that a sulphuret of mercury is formed by the decomposition of the glass itself. This is not however satisfactorily proved, and the subject has only been brought forward that attention might be directed to a subject which appeared to involve some remarkable conditions.

<sup>1</sup> [The same subject is dealt with in: *Det kgl. danske Videnskabernes Selskabs Oversigter*. 1845. P. 11—12. All the essays of *»Videnskabernes Selskabs Oversigter«* are to be found at the end of this volume.]

# PRECIS D'UNE SÉRIE D'EXPÉRIENCES SUR LE DIAMAGNÉTISME

PAR H. C. ØERSTED

(ANNALES DE CHIMIE ET DE PHYSIQUE. 3. SÉRIE. TOME 24. P. 424—35. PARIS 1848)<sup>1</sup>

Dans la séance de la Société royale des Sciences de Copenhague du 30 juin, je présentai les résultats des recherches que j'avais faites sur le diamagnétisme, et j'en donnai un aperçu dans les Comptes-rendus des travaux de la Société. Dans les vacances de cette Société j'ai continué mes recherches et j'en ai obtenu plusieurs nouveaux résultats. Comme le Mémoire qui en rendra compte ne paraîtra pas dans le cours de plusieurs mois, je me suis décidé à en donner un précis,<sup>1</sup> qui puisse être communiqué à mes amis étrangers.

Mes recherches se rapportent aux célèbres découvertes diamagnétiques de M. *Faraday*, et aux développements qu'elles ont reçus par quelques savants allemands.

M. *Faraday* rencontra dans les expériences avec son grand électro-aimant une classe de corps, qui sont repoussés par les deux pôles de l'aimant. On avait bien reconnu depuis longtemps cette répulsion dans un ou deux exemples; mais les recherches de l'illustre savant anglais ont donné à ce fait une généralité et une importance, qui l'ont rendu l'objet de l'attention de tous les physiciens. M. A. *Brugmanns* avait déjà reconnu en 1778 que le bismuth est repoussé par les deux pôles de l'aimant. M. *Becquerel* père rencontra de nouveau cette répulsion tant par rapport au bismuth qu'à l'antimoine. M. *Faraday* trouva que son grand électro-aimant produit cette répulsion presque sur tous les corps qu'il n'attire pas. Il découvrit, en même temps, que des pièces plus longues que larges des corps ainsi repoussés prennent, sous l'influence de l'électro-aimant, une position perpendiculaire à celle que prendrait sous les mêmes circonstances un corps attiré. C'est cette propriété qu'il appela *diamagnétisme*.

<sup>1</sup> [Imprimé pour la première fois à Copenhague le 9 Septembre 1848. — On trouve le même contenu dans: Philosophisches Magazin. Bd. 34. P. 81—88. Leipzig 1849: — *Sillimans* American Journal of Sciences and Arts. Vol. 7. P. 233—39. New Haven 1849. *Poggendorffs* Annalen der Physik. Bd. 75. P. 445—55. Leipzig 1848. — Det kgl. danske Videnskabernes Selskabs Oversigter 1848 P. 49—56 et 1849 P. 2—9. Kjøbenhavn. Tous les extraits de »Videnskabernes Selskabs Oversigter« se trouvent à la fin de ce volume.]



M. *Reich* à Freiberg, bien connu par ses belles expériences sur la déviation de la chute des corps qui tombent d'une grande hauteur, appliqua à la découverte du diamagnétisme l'observation, négligée par les autres physiciens, que les deux pôles de l'aimant employés ensemble ne produisent pas sur ces corps une répulsion égale à la somme des répulsions effectuées par chacun d'entre eux, mais égale à leur différence; de sorte que leur effet réuni soit nul quand leur forces sont égales. En même temps il fit quelques expériences qui semblent indiquer, que le pôle repoussant un corps diamagnétique produit, dans les parties voisines du corps diamagnétique, une force magnétique semblable à la sienne, non pas une force contraire, comme cela a lieu dans les corps attirés. M. *Wilhelm Weber* confirma l'idée de M. *Reich* par des recherches savantes, et montra que les corps diamagnétiques reçoivent, par l'influence de l'électro-aimant, un magnétisme transversal ayant deux pôles, mais tellement disposés, que chacun d'eux a la même sorte de magnétisme que le pôle le plus proche de l'électro-aimant.

M. *Poggendorff* imagine des expériences bien décisives, qui ont l'avantage de prouver la nouvelle idée d'une manière facile; et M. *Plucker*<sup>1</sup> y ajouta encore une nouvelle expérience, qui augmenta, sinon la certitude de l'idée, du moins la facilité de s'en convaincre.

Voilà les travaux qui ont servi de point de départ à mes recherches.

Je me servis pour mes expériences du grand électro-aimant de l'École polytechnique de Copenhague, formé comme un U, et capable de porter 1400 kilogrammes.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> [o: Plücker.]

<sup>2</sup> Je me suis ici conformé à la manière ordinaire d'indiquer la force de l'aimant, quoiqu'elle laisse beaucoup d'incertitude, comme cela a été prouvé par des expériences sur cet électro-aimant que j'ai communiquées à la Société royale dans sa séance du 17 décembre 1847. Dans ces expériences, on essaya les poids que l'électro-aimant était capable de porter, lorsqu'on arma ses pôles de différentes masses de fer. Jusqu'à de certaines limites, la force de porter augmenta presque en proportion de la masse de l'armature; mais, ce qui mérite bien plus notre attention, c'est que la force de l'électro-aimant exprimée en poids ne suit pas le même rapport à la force électromotrice de l'appareil galvanique, lorsque l'armature est en contact avec l'électro-aimant, et lorsqu'elle en est à une certaine distance. Dans le contact, l'effet moyen de chaque élément galvanique fut de 712,5 kilogrammes. Mais deux éléments réunis ne donnèrent que 0,72 de la somme des effets particuliers des éléments; trois éléments réunis ne donnèrent que 0,48, huit 0,26, seize 0,125, de la somme des effets particuliers; de sorte que l'effet de seize éléments fut seulement le double de celui d'un élément. A la distance de 1,33 millimètre, l'effet d'un élément fut seulement 0,178 de celui du même élément, dans le cas du contact; mais l'effet augmenta tout autrement avec le nombre des éléments: seize éléments donnèrent ici quatre fois l'effet d'un seul. A la distance de 2,225 millimètres, l'effet d'un élément fut seulement 0,051 de celui produit en cas de contact; mais seize éléments donnèrent 9,4 fois l'effet que donna un seul. Ces recherches, qui demandent beaucoup de temps, seront poursuivies aussitôt que le permettront mes autres occupations.

Il faut cependant remarquer qu'il n'était pas nécessaire de mettre toute sa force en activité pour ces expériences; mais on y fit rarement usage de moins de la moitié de cette force, quoique la plus grande partie d'entre elles pût être exécutée avec une force beaucoup plus faible, même avec un seul élément. Chaque extrémité de l'électro-aimant porte une pièce de fer horizontale, que nous appellerons une pièce polaire. Ces pièces polaires servent à donner à l'action de l'électro-aimant la direction horizontale. C'est entre les deux faces perpendiculaires situées vis-à-vis l'une de l'autre que l'on fait osciller le corps diamagnétique. Nous appellerons ces faces les faces polaires. Dans tous les cas où je n'ai pas indiqué d'exceptions, je me suis servi de pièces rectangulaires. Au commencement de mes expériences, je fis usage de pièces cylindriques; mais cette forme est moins convenable pour découvrir toutes les circonstances qui doivent être prises en considération dans ces recherches.

Une aiguille diamagnétique suspendue horizontalement entre les faces polaires prend, comme on sait, la situation dite *équatoriale*, qui est parallèle aux faces polaires; mais si on l'élève un peu au-dessus des bords des faces polaires, elle prend la direction perpendiculaire aux faces polaires prolongées. Cette position est en même temps l'axiale; mais nous verrons dans la suite que c'est de la perpendicularité aux faces polaires qu'il s'agit ici. Ce phénomène se présente avec une promptitude remarquable, qui rend cette expérience fort convenable à beaucoup de recherches diamagnétiques. Quand on détourne l'aiguille de sa position perpendiculaire aux faces, elle la reprend en oscillant. Sa force directrice va en diminuant, à mesure qu'on l'élève plus au-dessus des pièces polaires. L'expérience a été faite avec beaucoup de corps diamagnétiques, avec du bismuth, du succin, du nacre de perle, de l'écaille de tortue, de l'albâtre, du tuyau de plume, du soufre, du charbon de terre, etc.

Le changement de direction observé dans ces expériences se perd à mesure qu'on éloigne entre elles les faces polaires. A la distance de 17 millimètres, l'effet fut encore bien marqué, mais il est beaucoup plus fort dans des petites distances. Lorsque la distance fut diminuée jusqu'au point que le corps diamagnétique ne pût entrer entre les faces polaires, la partie de l'effet qui a lieu au-dessus des faces polaires, c'est-à-dire la position perpendiculaire aux faces



polaires, se montra avec beaucoup de force. Lorsqu'on suspend l'aiguille diamagnétique au-dessus du bord supérieur d'une des faces polaires, elle prend également la position, dite *axiale*, perpendiculaire à ce bord, mais avec moins de force que sous l'influence des deux faces. En examinant la position que l'aiguille prend au-dessus des autres bords de la pièce polaire, on trouve qu'elle prend partout la position perpendiculaire au bord à l'influence duquel on l'expose. Dans les cas où elle est exposée à l'action de deux bords à la fois, elle prend la position intermédiaire. Au-dessus du bord d'un coin de fer, posé avec sa base sur un des pôles de l'électro-aimant, l'aiguille prend aussi la position perpendiculaire à ce bord. Sur une pièce polaire cylindrique, l'aiguille placée avec son centre au-dessus du bord de la face polaire se place perpendiculairement à cette face; mais placée à quelque distance du bord, elle se tourne et prend la position perpendiculaire à la ligne qui peut être tracée parallèlement à l'axe, dans la partie la plus élevée de la surface cylindrique. Lorsqu'on prend pour pièce polaire un cylindre perforé, et qu'on fait alternativement descendre et monter l'aiguille diamagnétique parallèlement à la face polaire, on trouve que cette aiguille quitte la position parallèle aux faces polaires et qu'elle prend la position dite *axiale* aussitôt qu'elle est placée vis-à-vis des trous de perforation. Pour cette expérience je me suis servi d'une aiguille de bismuth dont la longueur est seulement de 16 millimètres. En se servant de deux pièces polaires semblables, on obtient le même effet, mais beaucoup plus grand.

Lorsque l'aiguille diamagnétique est suspendue entre les faces polaires, elle a, conformément aux expériences des savants allemands déjà cités, des pôles magnétiques dans la direction transversale, disposés de telle manière, que le magnétisme de chaque côté est de même nature que celui du pôle le plus proche de l'électro-aimant. La manière la plus facile de s'en assurer est celle de *Plucker*, qui introduit entre les faces polaires et parallèlement à elles une petite barre de fer séparée des faces par quelque corps non-magnétique. Comme les côtés de cette barre obtiennent par l'influence le magnétisme contraire à la face la plus proche, mais que chaque côté de l'aiguille a le même magnétisme que la face la plus proche, l'aiguille, maintenant retenue par deux forces, oscille avec une beaucoup plus grande vitesse que sous la seule influence des faces polaires. Lorsqu'on élève l'aiguille diamagnétique au-

dessus d'une pièce polaire, et qu'elle change sa direction, ses pôles magnétiques changent en même temps leur place. J'ai au commencement été induit en erreur par plusieurs phénomènes, qui dans la nouveauté de la recherche semblèrent fort compliqués, mais qui cependant paraissent fort simples, lorsqu'on en a trouvé la loi. Dans le commencement, j'ai cru que l'aiguille diamagnétique au-dessus des pièces polaires avait dans chaque extrémité le magnétisme contraire à celui de la pièce polaire voisine; car la partie inférieure d'une barre de fer, influencée par la pièce, repoussa l'extrémité de l'aiguille qui se trouva au-dessus de cette pièce. J'avais trouvé cet effet non-seulement en plaçant le pôle repoussant du fer près de chaque côté, mais également au-dessus et au-dessous. Cependant des expériences ultérieures ont réfuté la conclusion que j'avais tirée des premières expériences. J'ai trouvé qu'un morceau de fer, qui n'est pas très-petit, reçoit de la pièce polaire qui agit sur lui, une force magnétique assez grande pour repousser la matière diamagnétique de l'aiguille, malgré les pôles qu'elle a reçus par l'influence exercée sur elle par l'électro-aimant. Pour découvrir les pôles diamagnétiques dans le cas dont il s'agit ici, il faut employer de très-petites pièces ou lames de fer; le plus souvent elles doivent seulement avoir le poids de deux ou trois grammes. Pour les mieux manier, je les ai fait attacher à des lames de zink ou des pièces de bois. Par ce moyen je suis enfin parvenu à me convaincre que la partie inférieure de l'aiguille diamagnétique, suspendue au-dessus d'une pièce polaire, a le même magnétisme que celle-ci, et que sa partie supérieure en a le contraire. Dans les expériences sur cet objet, j'ai fini par l'usage d'une mince lame de fer, de la figure C, attachée sur un morceau de bois. Lorsque cette lame est placée sur la pièce polaire, elle a dans sa partie supérieure le même magnétisme que la pièce polaire, et dans l'inférieure le contraire. Lorsque l'ouverture de cette courbe est vis-à-vis de l'aiguille, elle l'attire; mais lorsque sa partie supérieure est au-dessous, ou sa partie inférieure au-dessus de l'aiguille, elle la repousse.

Lorsque l'aiguille est tellement suspendue sur une des pièces polaires, que la prolongation d'une des faces perpendiculaires de cette pièce coupe l'aiguille en deux parties, on trouve que les pôles diamagnétiques produits par l'électro-aimant s'étendent hors de la partie, qui se projette sur la surface supérieure de la pièce. Dans



des expériences faites avec une aiguille de bismuth de 56 millimètres, cet effet s'étendit à peu près 14 millimètres.

Lorsque l'aiguille fut coupée en deux parties égales par les faces perpendiculaires prolongées, on trouva que l'extrémité de l'aiguille la plus éloignée de la pièce polaire était sans polarisation.

Lorsque l'électro-aimant fut muni des deux pièces polaires, mises à la distance de 48 millimètres, je trouvai que la même aiguille avait des pôles diamagnétiques dans toutes ses parties. La moitié d'aiguille, qui fut tournée vers le pôle boréal, eut le magnétisme boréal, à son bord inférieur, et l'austral au bord supérieur; l'autre moitié de l'aiguille, eut par l'influence du pôle austral, le magnétisme de ce pôle au bord inférieur, et le boréal au bord supérieur. Il y a donc opposition de magnétisme dans les deux moitiés de chaque bord pris à part, et dans chaque moitié entre les deux bords, le supérieur et l'inférieur.

Lorsqu'on fait osciller le corps diamagnétique entre les faces polaires, on trouve qu'il fait ses oscillations avec d'autant plus de vitesse qu'il est plus près d'un des bords de cette face. Dans une expérience dans laquelle l'électro-aimant fut activé par 16 éléments galvaniques de *Bunsen*, et où la distance des faces polaires fut de 6 millimètres, une aiguille de bismuth étant à distance égale des bords supérieurs et inférieurs de ces faces fit en 30 secondes 25 oscillations; mais, au niveau des bords, elle fit en temps égal 100 oscillations. Au-dessus des pièces polaires, dans la position axiale, l'aiguille fit seulement 19 oscillations en temps égal. Ces expériences ont été assez répétées et variées pour donner la plus parfaite certitude de ce qui a été énoncé ici; mais on n'a pas encore poussé la recherche assez loin pour en déduire une loi numérique exacte.

Lorsqu'on suspend à l'extrémité d'une balance, par un fil du cocon de soie, une aiguille horizontale de bismuth, de manière qu'on puisse faire descendre ou monter la balance, il se trouve que l'aiguille est d'autant plus fortement repoussée, qu'elle se trouve plus près d'un des bords des faces polaires. Cette répulsion fait, comme cela s'entend, monter l'aiguille lorsqu'elle est près des bords supérieurs, et la fait descendre lorsqu'elle est près des bords inférieurs; dans la position intermédiaire, elle ne monte ni ne descend. Lorsque l'aiguille se trouve suspendue au-dessus des pièces polaires, et par conséquent dans la direction perpendiculaire aux bords des faces

polaires, elle est encore repoussée, mais beaucoup plus faiblement qu'étant dans la position dite équatoriale.

On avait jusqu'ici seulement reconnu les effets diamagnétiques dans les corps qui sont repoussés des deux pôles de l'aimant. Mes expériences ont montré qu'un effet semblable peut être produit dans la plupart des corps, qui sont attirés par les deux pôles magnétiques; de sorte que ces corps constituent une nouvelle espèce de corps diamagnétiques. On peut distinguer ces deux classes par les dénominations de corps diamagnétiques *repoussables et attirables*.

Une aiguille faite d'un corps attirable par l'aimant, mais dont le magnétisme n'est pas de même nature que celui du fer et du nickel, suspendue entre les deux faces polaires de l'électro-aimant, prend, comme on le sait, la position appelée par M. *Faraday* axiale; mais si on le fait monter au-dessus des bords supérieurs ou descendre au-dessous des bords inférieurs des faces polaires, il prend la position dite équatoriale. Les corps dans lesquels j'ai jusqu'à présent trouvé cette propriété, sont: le platine, le palladium, l'iridium, le titane, un alliage de 0,825 d'étain, 0,024 de bismuth, 0,108 de fer, le laiton, l'argentan, le charbon de bois, les coaks (le charbon de terre crû appartient aux corps diamagnétiques repoussables), l'obsidiane, le carbonate de fer naturel, le verre attirable, le bleu de Prusse, les solutions de fer.

Dans le plus grand nombre de ces corps, les pôles magnétiques qu'ils obtiennent durant l'influence de l'électro-aimant s'effacent presque aussitôt que cette influence cesse; cependant leur existence se trahit lorsqu'on change brusquement les pôles de l'électro-aimant, car alors plusieurs de ses corps tournent par un demi-cercle, comme le ferait une aiguille magnétique; d'autres ne tournent pas entièrement, mais font des oscillations par lesquelles s'indique leur tendance au changement de position. Mais on trouve quelques corps diamagnétiques attirables, tels qu'un morceau d'iridium dans ma possession, le charbon de bois et que les coaks, qui retiennent plus longtemps les pôles, qu'ils ont acquis par l'influence, tellement qu'on peut s'en convaincre par des expériences sur la boussole. Les recherches expérimentales des phénomènes que présentent ces corps se compliquent par cette durée de la polarité, mais elles nous conduiront probablement à découvrir le rapport qui existe entre le magnétisme et le diamagnétisme.



Lorsqu'on suspend une aiguille faite d'un corps diamagnétique attirable au-dessus du bord supérieur ou au-dessous du bord inférieur d'une pièce polaire, elle prend une position parallèle à ce bord. Dans cette position parallèle, qui peut aussi bien être ou perpendiculaire à l'axe magnétique de la pièce polaire, ou y être parallèle, ou avoir toute autre position que la figure de la pièce polaire comporte, la disposition des forces magnétiques dans l'aiguille est transversale, comme dans un corps diamagnétique repoussable, mais avec cette différence que sa partie inférieure a le magnétisme opposé à celui de la pièce polaire, et la partie supérieure à celui de même nature.

Je n'ai pas réussi à mettre le fer lui-même dans l'état diamagnétique. Un fil de fer, dont le diamètre n'est que de  $\frac{1}{10}$  de millimètre, prend encore la direction axiale aussi bien au-dessus des faces polaires qu'entre elles, et cela avec une force qui semble près de rompre le fil de cocon de soie. On a varié cette expérience en mettant dans un tuyau de plume, qui est repoussable, un fragment du même fil de fer qui avait seulement 2 millimètres de longueur; mais cette disposition présenta encore les mêmes effets que le fer isolément. On obtint encore le même effet en remplaçant le fragment de fil de fer par une particule très-mince de limaille de fer; mais en introduisant, au lieu du fer, une pièce de paille, qui avait été plongée dans une solution de fer, on obtint les effets diamagnétiques des corps attirables. Le nickel donne les mêmes résultats que le fer. Ainsi le fer et le nickel doivent être appelés magnétiques dans un sens étroit. Quelques autres corps peuvent être dans le même cas; je présume que le cobalt en est.

Il y a donc une progression magnétique décroissante qui renferme les corps magnétiques proprement dits, les corps diamagnétiques attirables, les corps diamagnétiques repoussables. On peut considérer le magnétisme de ces derniers comme négatif, si l'on considère le magnétisme du fer et des corps diamagnétiques attirables comme positif.

L'effet qu'exercent les faces polaires sur les corps diamagnétiques attirables est, comme cela a lieu par rapport aux repoussables, plus fort lorsque le corps est placé plus près des bords supérieurs ou inférieurs que de leurs parties intermédiaires. Une pièce de verre attirable, longue de 27 millimètres, qui fut suspendue entre des faces polaires ayant la distance de 29 millimètres, de

sorte que les extrémités de cette aiguille ne furent éloignées des faces polaires que d'un millimètre, fut mise en oscillation chaque fois pendant 30 secondes. Dans une distance égale des bords supérieurs et inférieurs, elle fit seulement 4,5 oscillations dans les 30 secondes; mais au niveau des bords des faces polaires elle en fit 19.

Lorsque les faces polaires ont cette distance, l'aiguille ne prend pas la direction dite équatoriale quand elle est suspendue au-dessus de leurs bords. A la distance de 4,5 millimètres, elle fit 5,5 oscillations; à la distance de 13,5 millimètres, elle fit seulement 2,5 oscillations. On approcha les faces polaires jusqu'à 3 millimètres. L'aiguille, qui maintenant ne peut prendre la direction axiale entre les faces, montra cependant toute sa tendance à prendre cette position; mais élevée à la distance de 2 millimètres au-dessus de leurs bords, elle prit la position équatoriale, et fit 18 oscillations en 30 secondes. A la distance de  $\frac{3}{10}$  millimètre, elle fit 35 oscillations. A la distance la plus petite dans laquelle on put éviter son contact avec les pièces polaires, elle fit 45 oscillations.

On voit que les corps diamagnétiques, tant repoussables qu'attirables, font des oscillations plus nombreuses dans leur position parallèle aux faces polaires que dans la position perpendiculaire. Il faut cependant remarquer, comme il a été déjà fait à l'occasion d'une autre série des expériences ici rapportées, que les déterminations des nombres n'ont pas encore été poussées à l'exactitude nécessaire pour servir au calcul de leurs lois.

J'ai dernièrement fait quelques expériences sur l'influence qu'exerce la chaleur sur les corps diamagnétiques. Ces expériences ne sont pas encore assez nombreuses, mais elles me font cependant voir que quelques corps diamagnétiques attirants passent dans la classe des diamagnétiques repoussants par une température augmentée. Le seul corps qui m'ait montré cet effet dans un haut degré, c'est le laiton. Mes expériences analogues sur les autres corps ne sont pas encore assez décisives pour être rapportées ici.





*H. C. ØRSTED*

**MEDDELELSER I**

OVERSIGT OVER

DET KONGELIGE DANSKE VIDENSKABERNES SELSKABS  
FORHANDLINGER 1814—1851

---

*H. C. ØRSTED*

**COMMUNICATIONS IN**

OVERSIGT OVER

DET KONGELIGE DANSKE VIDENSKABERNES SELSKABS  
FORHANDLINGER 1814—1851

---





# FORSLAG TIL NYE DANSKE KUNSTUDTRYK I CHEMIEN<sup>1</sup>

## LOVEN FOR DE ELECTRISKE VIRKNINGERS SVÆKKELSE MED AFSTANDEN<sup>2</sup>

(VIDENSKABERNES SELSKABS OVERSIGTER. 1814-15. P. 7-10.)

Professor Ørsted, Ridder af Dannebrogen, har forelagt Selskabet Forslag til nye danske Kunstudtryk i Chemien. Han bemærker at det danske, tyske, svenske og hollandske chemiske Kunstsprog, siden den antiphlogistiske Chemies Indførelse, ikkun er en Oversættelse af det Franske. Ved disse Oversættelser har man begaaet den Feil, at betegne de første, meest usammensatte Grundstoffer vi kjende med afledede eller sammensatte Ord, af hvilke det da naturligviis ikke var mueligt at danne lette og beqvemme Udtryk for de sammensatte Gjenstande. En Følge heraf var da, at man maatte blande det indenlandske Kunstsprog med fremmede Ord, der sjeldent fjøede sig efter Sprogets egen Grammatik. Den Vej, Forfatteren gaaer for at finde Navn til et Grundstof, bestaaer deri, at han vælger et Ord, der betegner en udmærket vigtig Egenskab hos Tingen, og opsøger i dette den første Grundlyd. Disse modtage altid i Sproget en nærmere Bestemmelse, enten ved en Tilsætning, eller en let Bogstavforandring, hvorved der dannes Afarter, skikkede til at betegne forskjellige beslægtede Begreber. Saaledes gaaer *br*, som en Grundlyd gennem *Brand*, *Brænde*, *Brynde*, *Brunst*, og blot en Bogstavforandring bestemmer deres forskjellige Betydning. De Gamle gjorde ogsaa Forskjæl paa *brinna* og *brenna*, ligesom vi endnu paa *sidde* og *sætte*, *ligge* og *lægge*, *synke* og *sænke*, og denne Forskjæl vedligeholdes endnu i det Svenske. Ligesom man kalder et antændt Legem, en *Brand*, mener derfor Forfatteren, at man kunde kalde et Stof, der udmærker sig ved en overordentlig Brændkraft *Brind*, eller *Brint*. Dette Navn foreslaaer han da for Vandstoffet, hvis gjængse Navn han forkaster, deels fordi det gjør en Sammensætnings Navn til Bestanddel i Navnet paa en af dets Bestanddele, deels, og allermest, fordi man deraf intet Navn kan udlede for de afledede Begreber for Exempel de Franskes: *hydrure*, et Brinte; *hydrogén*, at brinte; *hydrogénation*, Brintning; *deshydrogénation*,

<sup>1</sup> [Se dette Bind P. 178.]

<sup>2</sup> [Se dette Bind P. 178.]



Afbrintning; *protohydrure*, Forbrinte; *perhydrure*, Fuldbrinte o. s. v. Paa samme Maade danner han for det, man hidindtil kaldte Suurstof, Navnet *Ilt*, og deraf: at ilte, *oxygéner*; et Ilte, *oxide*; Iltning, *oxydation*; at afile, *desoxygéner*; Afiltning, *desoxydation*; iltelig, *oxydable*; Forilte, *protoxyde*; Tveilte, *deutoxyde*; Fuldilte, *peroxyde*.

Ved nærmere Eftergrandskning bemærkede Forfatteren, at de Rodord, han havde valgt, vare fælles for det Danske, Tydske, Svenske og Hollandske, kort for alle skandinaviske og germaniske Sprog. Heraf tog han Anledning til at omarbejde denne Afhandling, og give dens Gjenstand en videre Udstrækning. Dette har han gjort i et latinsk Program til Reformationsfesten Aar 1814 ved Universitetet. Han foreslæaer deri en fælles Grundvold for det chemiske Kunstsprog i alle disse Tungemaal, ligesom man har i alle dem, der nedstamme fra det Latinske.

Samme Forfatter har forelagt Selskabet en Afhandling over Loven for de electricke Virkningers Svækkelse med Afstanden. *Coulomb* havde, ved sit Electrometer, søgt at bevise, at den electricke Virkning forholder sig omvendt som Quadraterne af de virkende Punkters Afstand. Denne Lov syntes saa naturlig, at man neppe kunde tvivle om dens Rigtighed. Imidlertid havde allerede *Volta* gjort Forsøg, der ikke vilde stemme hermed, og *Simons* skjønne Forsøg, med et dertil meget vel udtænkt Instrument, syntes aldeles at gjendrive *Coulomb*. Paa den anden Side ere dog de Forsøg, hvorpaa *Coulomb* beraaber sig, ikke mindre vigtige. Forf. har derfor gjentaget de *Coulombske* Forsøg, med det Redskab denne selv har angivet, og derved fundet, at den af *Coulomb* opstillede Lov virkeligen finder Sted for Afstande, der hverken ere meget store eller meget smaa. I smaa Afstande angiver det *Coulombske* Electrometer en Aftagelse omtrent i det omvendte Forhold af Afstandene, ligesom *Simon* angiver det. I meget store Afstande derimod, kan Aftagelsen endog staae i Forhold til Afstandenes tredie Potents. Den almindelige Lov for Virkningens Svækkelse ved Afstandenes Tilvæxt er: at Svækkelsen bestandigt har et større Forhold til Afstanden, jo større denne er, og at det kun er ved visse Punkter, at Svækkelsens Forholdstal kan udtrykkes ved en Heeltalspotens af Afstandens Forholdstal. I øvrigt gaaer Rækken ikke frem efter en saadan Lov allene, men Maaden, hvorpaa de electricke Kræfter fordeles i Luft, synes herpaa at have den meest afgjorte Indflydelse. Der staaer

endnu tilbage at undersøge, om nogle af disse Resultater blot skulde være afhængige af Traadens Snoening, hvorpaa det *Coulombske* Electrometer beroer, eller om Electriciteten virkeligen lyder en saadan Virkningslov, som den her har viist sig. Forfatteren agter endnu i forestaaende Vinter nærmere at undersøge dette, da man intet Skridt kan gjøre i den mathematiske Undersøgelse over de electricke Kræfter, førend dette Spørgsmaal er afgjort.

---

## THEORIE OVER LYSET<sup>1</sup>

---

(VIDENSKABERNES SELSKABS OVERSIGTER. 1815—16. P. 12—15).

Professor og Ridder *Ørsted* har forelagt Selskabet sin Theorie over Lyset. Som bekiendt er der over Lysets Natur ikkun bleven fremsat tvende Theorier, der have erholdt noget betydeligt Bifald. Den ene af disse, der bærer *Newtons* Navn, antager, at Lyset bestaaer i en fiin Materie, som med en overordentlig Hastighed udstømmer fra det lysende Legeme i alle Retninger; den anden, der med saa megen Kunst udarbejdedes af *Euler*, antager, at Lyset er en Bevægelse i en overalt udbredt *Æther*. Endskiøndt Physikerne nu ere temmelig enige om at foretrække den Newtonske Theorie, saa tilstaae de dog gierne, at denne, saavel som den Eulerske, trykkes af betydelige Vanskeligheder. Nærværende Forfatter har derfor prøvet en ny Vei. Den Theorie, han antager, har han vel allerede, i Hovedsagen, udviklet i tidligere Skrivter, men han har nu søgt videre at uddanne den. I Følge de Opdagelser, hvormed de sidste tyve Aars Bestræbelser have beriget Videnskaben, vil man ikke mere nægte, at de Kræfter, der vise sig i de electricke Virkninger, ere almindelige Naturkræfter, og ikke forskiællige fra de chemiske Kræfter. Forfatteren antager nu med *Winterl*, at begge disse Kræfters Forening give saavel Varme som Lys; men *Winterl* havde indskrænket sig til at anføre Beviser for Rigtigheden af sin Paastand, uden at angive Betingelserne, hvorunder Foreningen af de to modsatte Kræfter give Lys, og uden at gjøre Anvendelse af Grundsætningen til Phænomenernes Forklaring.

---

<sup>1</sup> [Se dette Bind P. 131.]



Forfatteren finder nu, at de to modsatte Kræfters Forening ikke frembringe Lys, uden at den skeer med en betydelig Modstand. Forenes de to electricke Kræfter under en meget ringe Modstand, saa bemærker man ingen anden Forandring end at begge Kræfterne ophæve hinanden. Ved en mærkelig Modstand derimod opvarmes Legemet, hvori Foreningen skeer, og naar Modstanden stiger til en meget stor Høide vorder Legemet glødende, sees altsaa ved sit eget Lys. Modstandens Virkning er desto større, jo mindre Electricitetens Styrke, maalt ved de electricke Frastødninger, befindes. Modstanden voxer ogsaa med Mængden af de Kræfter, som hvert Øieblik virker paa Lederen, medens den ved Electrometeret maalte Styrke bliver uforandret. Derfor frembringer ogsaa, under lige Omstændigheder, det galvaniske Apparat, især med store Plader, langt mere Varme og Lys, end Electrismaskinen og det ved samme ladede Batterie. I alle brændbare Legemer indeholdes den samme Kraft, som i den positive Electricitet; i alle ildnærende Stoffer den samme Kraft som i den negative, men begge saaledes bundne, at de aldeles ikke kunne vise nogen Frastødning. Formedelst frivillig Tiltrækning og Frastødning kunne de derfor aldeles ikke ledes; men derimod viser Erfaring, at den ene ved sin Tiltrækning kan sætte den anden i Bevægelse, især naar Ledningen er meget fuldkommen. Det Lys, der viser sig ved den sædvanlige Forbrænding, frembringes da ved Foreningen mellem den positive Kraft, der har Overvægt i ethvert brændbart Legeme, og den negative Kraft, der er overveiende i Luftens ildnærende Bestanddeel. Ved Foreningen af en Syre og et Æsk (Alkali) er Virkningen siel-dent stærk nok for at frembringe mere end Varme.

Kræfternes Virkemaade i Lyset sammenligner Forfatteren med den, som finder Sted i den electricke Gnist. Til Frembringelsen af denne hører, at hver af de modsatte Kræfter ansamles i sin Deel af Rummet, den ene nær den anden; at de giennembyrde det mellemiggende Rum, og forene sig. Foreningsøieblikket giver Lyset. Alle disse Omstændigheder finde ogsaa Sted under enhver vanskeliggjort Ledning. Den Electricitet, som skal ledes, begynder nemlig altid med at fremdrage den modsatte, og frastøde den ligeartede Electricitet, der findes i Lederen. Tænker man sig nu en aldeles fuldkommen, fra al Modstand befriet Ledning, saa vil den Tiltrækning, det electricke Legeme udøver paa Lederens modsatte Electricitet, og den Frastødning, den udøver paa den ligeartede, tilveie-

bringe en Forstyrning og Gienoprettelse af Ligevægten, der uden Afbrydning giennemløber hele Legemet. I samme Maal derimod som der gives en Modstand, vil saavel den tiltrukne som frastødte Electricitet inden faa Øieblikke ansamles hver paa sit Sted, dog i hinanden meget nærliggende Punkter. Naar Ansamlingen har naaet en vis Styrke, ville de modsatte Kræfter forene sig ved et Overslag, som Gnisten. Tænker man sig nu, at denne Virkning giennemløber hele Lederen, og at Modsætningspunkternes Afstand er overordentlig ringe, saa har man Forestillingen om Lysets Frembringelse og Udbredelse. Den største Hurtighed i de modsatte Kræfters Forening giver de usynlige Straaler, der i det prismatiske Farvebillede vise sig ved Siden af det violette Lys. Næst efter disse Straaler have de violette den største Foreningshurtighed; og saaledes videre, efter Farvernes Orden, indtil de røde, der have den mindste Hurtighed. En endnu ringere Foreningshastighed giver Varmestraaler. Varmens og Lysets giensidige Overgang i hinanden, tillige med alle deres ledsagende Omstændigheder, erholde efter denne Forestillingsmaade en let Forklaring.

Efter den her fremsatte Theorie kan man nogenlunde betragte en Lysstraale som en Række af umaaleligt smaa electricke Gnister, som man kunde kalde Lysets Grunddele. Linien mellem de to meest modsatte Punkter i en saadan Grunddeel, kunde kaldes dens Axel. Beliggenheden af denne mod en tilbagekastende eller brydende Flade, vil naturligviis have Indflydelse paa Lysstraalens videre Gang. Denne Theorie synes da bedre end nogen anden at passe til den Polaritet i Lysstraalerne, man i vore Tider har opdaget. Mangfoldigheden af de Gienstande, hvorpaa en Theorie over Lyset maa anvendes, er for stor til at vi her kunne giennemgaae dem alle. Vi maa da indskrænke os til at bemærke, at Forf. har forsøgt af sin Theorie at give en Forklaring over de Lysudviklinger, der ikke ere ledsagede med nogen mærkelig Varme, over Luens Farver, over de forskiellige Lysstraalers chemiske Virkning o. s. v. Forfatteren troer, at det især taler for hans Theorie, at den ikke forudsætter nogen Kraft eller Materie, hvis Tilværelse ikke ved Forsøg er bevist; at den forfølger Lysets Frembringelse af Mørket igiennem alle Tilfælde hvori den finder Sted, og med Lethed gjør Rede derfor; at den uden at komme i Modsigelse med det, vi kiende af Naturen, fremstiller Forholdet mellem Varme og Lys, og at den endeligen sætter Lysudviklingen i den inderligste Forbindelse med den chemiske Virksomhed.



## OM GALVANISKE TRUGAPPARATER OG GNIST-UDLADNING I QVIKSØLV DAMP<sup>1</sup>

(VIDENSKABERNES SELSKABS OVERSIGTER. 1816-17. P. 7-9.)

Uagtet de galvaniske Trugapparater have mange vigtige Fortrin, især hvor det kommer an paa at erholde meget store Virkninger, saa have dog de fleste af dette Slags Indretninger ikke ganske svaret til Physikernes Ønsker. Dannes Trugene af Træe, saa giennemtrænges de snart, trods alle Arter af Lakkeringer, af Syrerne, og den derved opkomne Mellemedledning svækker betydeligen Virkningen. Bruger man i dets Sted afdeelte Porcellaintruge, hvori Zink- og Kobberpladerne indhænges, saa erholder man vel en langt større og sikkrere Virkning; men dette Slags Truge komme til at staae i en meget høi Priis, naar Apparatet skal have en betydelig Størrelse. For om muligt at skaffe noget Fuldkomnere i dette Slags til Veie have Kammerraad *Esmarch* og Professor *Ørsted* forenet sig til et Arbeide herover, hvis Resultater de have forelagt Selskabet. I Stedet for alt andet Material til Truge eller Kasser forvandle de Kobberpladerne selv til Kasser, hvori den nødvendige Vædske indsluttes. Hver Kobberkasse er med en Bøile forenet med en Zinkplade, der er bestemt til at indsættes i den Vædske, som næste Kobberkasse indeholder. Det er siden bleven bekiendt at Grev *Fredr. Stadion* i Wien har brugt et lignende Apparat, der dog hverken ganske er det samme som hint, heller ikke kunde være bekjendt hos os, da det her forfærdigede Apparat første Gang foreviistes. De to danske Physikere have desuden videre forfulgt den eengang fattede Tanke. Allerede i sin første Tilstand gjorde det nye galvaniske Apparat fortræffelig Virkning; men ikke desto mindre er det dog lykket at drive det til en betydeligt høiere Grad, ved at bruge en varm Vædske. Uagtet Varmens Evne til at forøge den galvaniske Virkning allerede længe var bekiendt kunde man dog formedelst Indretningen af Redskabet ikke saa let benytte den. I det nye Apparat er dette let. For imidlertid at holde Redskabet bestandigt ved en ret høi Varmegrad have de senere givet Kobberkasserne en med Theemaskinerne temmelig overeenstemmende Indretning, ved at gjøre dem cylindriske og at give dem en Skorsteen i Midten. Dette Apparat maa udføres nogenlunde i det Store,

<sup>1</sup> [Se dette Bind P. 206.]

men frembringer da ogsaa de herligste Smeltningsvirkninger. Det som blev foreviist Videnskabernes Selskab, bestod kun af 6 Cylindre; men hvoraf hver kunde modtage 18 danske Potter, altsaa det hele Apparat 108 danske Potter. Naar det fyldes med Vand, der indeholdt  $\frac{1}{60}$  Svovelsyre og  $\frac{1}{60}$  Salpetersyre, og Skorstenene indeholde Gløder nok til at holde Vandet ret heedt, saa kan man endog bringe Jerntraad No. 1, som holder  $\frac{1}{24}$  Tomme, i Gjennemsnit, til Glødning, ja til Smeltning. Ogsaa naar Cylindrene ikkun indeholde Saltopløsning i Stedet for syret Vand, give de udmærket skønne Glødningsvirkninger paa Metaltraade. Jerntraad af No. 2 kan man formedelst samme bringe til Glødning.

Endnu have disse galvaniske Forsøg ikkun havt til Hensigt at udfinde bekvemme Indretninger af det nødvendige Apparat, dog anføre de et ved Leilighed anstillet Forsøg, der vel intet egentligt Nyt lærer, men dog fremstiller en ikke noksom erkjendt Sandhed under en ny Skikkelse. De fyldte nemlig et Glasrør, der var dannet som et U, men paa hvis ene Been var en stærk haarrørformig Indknibning, med Qviksølv, og udkogte det i Røret. De bragte det derpaa i den galvaniske Virkningskjæde, og saa nu Gnister danne sig i den snævre Deel af Røret, i det nemlig det her sig befindende Qviksølv afvexlende forsattes i Glødning, dets Dele skiltes formedelst den udviklede Qviksølv damp, men atter forenedes ved denne Damps snartpaafølgende Fortætning. Dersom man behøvede noget Forsøg for at gjøre det sandseligt, at den electricke Gnist blot er en heftig Glødning af den Materie der fylder Rummet, hvori Gnisten viser sig, saa synes dette Forsøg dertil skikket.

---



OM MAADEN HVORPAA  
EN LÆREBOG I NATURLÆREN BURDE AFFATTES

UNDERSØGELSER  
OVER VANDETS SAMMENTRYKKELIGHED<sup>1</sup>

(VIDENSKABERNES SELSKABS OVERSIGTER. 1817—18. P. 8—12.)

Professor og Ridder *Ørsted* har forelagt Selskabet to Afhandlinger, af hvilke den ene var Begyndelsen til en Række af Afhandlinger over Maaden hvorpaa en Lærebog i Naturlæren burde affattes, den anden indeholdt en Undersøgelse over Vandets Sammentrykkelighed.

Det er noksom bekiendt, hvilken Mængde af Lærebøger i Physiken, der i en Række af Aar er udkommet i Europas forskiellige Lande. Endskiønt der i disse, selv i dem fra samme Tidsalder, ikke findes faa Uligheder i Meningerne om Tingenes Aarsager, saa synes dog Uligheden i Behandlingsmaaden at være langt større. Ikke engang i Henseende til det Omfang man vil give Videnskaben, har man kundet forene sig. Medens Nogle derfra vilde udelukke, saa vel det, der lader sig afhandle i den anvendte Mathematik, som det der hører til Chemien, gaves der Andre, som ikke blot optog alt dette i Physiken, men endog føiede Læren om Jordklodens Tilstand og en Udsigt over Verdensklodernes Bevægelseslove til. I Henseende til Inddeelingen og Materiernes Orden var man ikke mindre uenig; men især syntes der at herske stor Tvivl over Maaden hvorpaa de Naturlove der kunne modtage et mathematisk Udtryk skulle fremsættes og beviises i Physiken. Alle disse Gienstande fremkalde en Mængde af Spørgsmaal, som Forf. vil søge at besvare i en Følge af Afhandlinger. Denne første har til Øiemed at viise hvad der bør forstaaes ved Physik. Forf. søger her udførligt at retfærdiggjøre den af ham allerede i andre Skrifter<sup>2</sup> fremsatte Bestemmelse, i Følge hvilken Physiken er Videnskaben om Naturens almindelige Love, og derfor erholder Navnet almindelig Naturlære. Men ved dette Navn indskrænker han ikke Videnskaben til det snævre Omfang, som adskillige tyske Forfattere have afgrændset ved samme Navn, men optager ogsaa deri Læren om Electriciteten, Magnetismen, Lyset,

<sup>1</sup> [Se dette Bind P. 211.]

<sup>2</sup> [Se Fortalen til *H. C. Ørsted*: Videnskaben om Naturens almindelige Love. København 1809. 3. Bind i denne Udgave.]

Varmen og de chemiske Forbindelser, saasom disse alle umiddelbart følge af almindelige Naturkræfter. Selv de forskjellige Stoffers Egenskaber vil han, fra dette mere omfattende Synspunkt, have betragtet som eiendommelige Ytringer af de almindelige Naturkræfter, der i ethvert af dem vise sig paa et særegent Trin af Udvikling og Styrke. Da Forf. allerede tidligere i adskillige Skrifter har søgt at viise at de electricke Kræfter ere de samme som de chemiske, kun i en friere Tilstand, og da han tillige har fremsat den Lære at Magnetismus, Lys og Varme ere Virkninger af samme Kræfter, saa følger deraf, at alt det i Physiken, der ei er Bevægelseslære, tilsammen danner een sammenhængende Kraftlære eller Chemie i Ordets meest udstrakte Betydning. Den første af disse den almindelige Naturlæres Dele omfatter da de udvortes Forandringer, den anden de indvortes. At der til disse to Hovedstykker ikke kan føies noget tredie undtagen Læren om Kræfternes og Bevægelsens Forening, f. Ex. i Lyset og i Straalevarmen, er aabenbart. Men om denne Lære skal udskilles fra det Øvrige, som et selvstændigt Hovedstykke, eller indsluttes i Kraftlæren, lader sig maaskee ikke ganske afgjøre førend Naturlæren har naaet et langt høiere Fuldkommenhedstrin.

Forf. agter, saa snart skee kan, at levere Fortsættelsen af disse Undersøgelser. Han har dermed til Hensigt, at indlede en Undersøgelse over denne Gienstand blandt Physikerne, og troer at det vilde være til betydeligt Gavn for Videnskaben, om man kunde forene sig over den Form og Sammensætning en Lærebog i Videnskaben burde have. Samtlige Lærde i Faget vilde da arbeide i Fællesskab paa dens Forfuldkomning, og saaledes vilde med Tiden et Værk udvikle sig, hvori man saae et fuldstændigt Billede af Videnskaben i den givne Tidsalder. Forf. mener naturligviis ikke at alle Lærebøger i Faget skulde have samme Indretning; denne kan forandres efter Foredragets forskjellige Øiemeed; men i de Lærebøger, der intet andet Øiemeed havde, end en grundig Fremstilling af Videnskaben mener han at altid samme Indretning og Fremgangsmaade skulde vedligeholdes, naar de Lærde først vare komne overens i at erkiende dens Rigtighed. Men en saadan Enighed angaaende en Theorie af Lærebøger holder han for ligesaa muelig, som den Enighed der hersker blandt Physikerne angaaende saa mange andre Theorier.

Uagtet vi allerede ere i Besiddelse af saadanne Beviser for



Vandets Sammentrykkelighed, at denne ikke mere kan betvivles, saa vedblev dog Størrelsen af den Sammentrykning Vandet ved en vis Kraft kunde lide, og Loven hvorefter denne Sammentrykning rettede sig, at være Uvisheder, og det meget betydelige Uvisheder underkastede. Vel antog adskillige Mathematikere og Physikere at Vandets Sammentrykning forholdt sig, som de sammentrykkende Kræfter, men de *Abich-Zimmermanns* Forsøg, den eneste Række af Forsøg man havde over Vandets Sammentrykning ved ulige Kræfter, syntes aldeles at modsige denne Mening, hvorfor ogsaa *Gehler*, i den Beretning han i sin Ordbog aflægger over Forsøgene angaaende Vandets Sammentrykning, udtrykkeligen siger at man ikke havde kundet opdage nogen Lov i de herved forekommende Størrelser. Samme Dom have ogsaa alle andre Physikere fældet over Udfaldene af de *Abich-Zimmermanns* Forsøg.

Prof. Ørsted foretog sig paa ny at giennemgaae disse, og fandt derved til sin Overraskelse at Beregningerne over Forsøgenes Udfald, endskiønt af den letteste Art, vare i den *Zimmermanns* Bog forvirrede ved følgerige Feil. Ved at rette disse viiste det sig at de beskrevne Forsøg ikke godtgjøre at ukøgt Vand er mindre sammentrykkeligt end køgt, men at det tvertimod, som man burde vente det, var mere sammentrykkeligt. Det viiste sig ligeledes at Sammentrykningerne, saa vidt Forsøgene ikke vare anstillede med de største Kræfter, der maaskee kunde sammentrykke Stempelet selv, forholdt sig som de sammentrykkende Kræfter. Dette foranledigede Forfatteren til at lade indrette en Maskine for Vandets Sammentrykning. Denne bestod af en viid men meget tyk Messing-Cylinder, og et snævert Rør med et Stempel til Vandets Sammentrykning. Man kunde formedelst denne Indretning nu sammentrykke Vandet ved en meget ringe Kraftanvendelse, og maale meget smaa Forandringer i Vandets Rum. For at maale den sammentrykkende Kraft, hvilket, formedelst Gnidningsmodstanden ved Stemplet ikke nøie nok kan skee umiddelbart, anbragtes i Vandbeholdningen en Aabning, hvori et snævert og stærkt Glasrør var indskruet. Dette var fyldt med Luft, som ved Størrelsen af sin Sammentrykning, i Følge den Mariottiske Lov, viiste Størrelsen af den trykkende Kraft. Ved dette Redskab fandt han at Vandets Sammentrykning virkeligen forholdt sig som Luftens, altsaa som de sammentrykkende Kræfter. Størrelsen af denne Sammentrykning var ved  $12^0$  efter Hundreddeels-Thermometeret omtrent 0,00012 for et Tryk liig At-

mosphærens, dog har Forf. foresat sig over dette Punkt endnu at fortsætte Forsøgene. Forf. har ogsaa udstrakt sin Kritik til *Cantons* Forsøg og viist at en rigtig Vurdering af Varmens Indflydelse i samme, vilde give en større Sammentrykkelighed for Vandet end den som den engelske Physiker deraf har sluttet. Da *De la Place* har lagt de *Cantonske* Forsøg til Grund ved sine Beregninger over Lydens Hastighed i Vandet, saa maa hans Bestemmelse herover berigtiges efter disse nyere Forsøg.

---

## BERETNING OM UNDERSØGELSER PAA BORNHOLM<sup>1</sup>

---

### TANKER OVER MULIGHEDEN AF AT GIØRE TRÆETS BEDSTE CHEMISKE ANVENDELSE MERE ALMINDELIG

---

(VIDENSKABERNES SELSKABS OVERSIGTER 1818—19. P. 13—15)

Professor og Ridder *Ørsted* har forelagt Selskabet en Beretning over de Undersøgelser, han i Selskab med Justitsraad *Esmark* og Studiosus *Forchhammer* i Sommeren 1818 havde anstillet paa Bornholm. Af alle tidligere Undersøgere, som derom have bekjendtgjort Noget, var Sydegne af denne Øe bleven betragtet som Fløtsbjerg og Vestkysten som opskyllet Land. Denne Forestillingsmaade var af betydelig practisk Indflydelse. Medens Øens Beboere søgte Steenkul paa Vestkysten, hvor underjordiske Kul virkeligen fandtes, raadte Mineralogerne, at søge dem paa Sydkysten, hvor en Skiferformation findes. De underjordiske Kul paa Vestkysten, som forefundne i opskyllet Land, erklæredes for Brunkul. Ved de her anmeldte Undersøgelser viiste sig nu, at Sydegne bestaaer af samme Overgangsformation, som den der findes i Sverrig og Norge; men at Vestkysten, under et Dække af opskyllet Land og forstyrret Fløtsbjerg, nær sin Overflade bestaaer af Fløtsbjerg. Kullene forekomme i de samme mangfoldigen afvexlende Lag, som de egentlige Steenkul, og findes tildeels mellem Sandsteen og Skiferleer. Hvor dette ikke finder Sted, ligge Kullagene mellem Sand og Leer, der

<sup>1</sup> [Samme Emne udførligere behandlet i: Beretning om en Undersøgelse over Bornholms Mineralrige udført 1818 efter Kongelig Befaling gjennem Rentekammeret af *H. C. Ørsted* og *L. Esmarch*. Kiøbenhavn 1819. Se denne Udgaves Bd. 3]



blot synes at være udblødt hensmuldret Skiferleer og Sandsteen. Kullene ledsages paa mange Steder af en Jernsteen, som Mineralogerne hidtil have taget for Leerjernsteen, men som disse nye Undersøgelser have viist at være sammensat af Kulsyre og Jernæsk (Jernoxydul). De øvrige Bestanddele i denne Steenart, Kiesel og Leer, ere mechanisk indblandede, forekomme snart i større snart i ringere Mængde deri, undertiden er deres Mængde umærkelig. Denne Steenart, for hvilken man foreslaaer Navnet *Kuljernsteen*, stemmer gandske med den som findes ved Coolebrookdale i England, og flere Steenkulbjergværker, og udmærker sig ved sin Letsmæltelighed og Reenhed. Dens Rigdom er ei ubetydelig, og dens Naboeskab med Brændmaterialet er heller ingen ringe Anbefaling for samme. I øvrigt bemærkes, at Overeensstemmelsen mellem den indvortes Bygning af Bornholms Land og af den hele Skandinaviske Halvøe er særdeles fuldstændig. Urbjerget bestaaer for det meste af Gneus, hyppigen gennemskaaren med Grønsteen, der ofte indeholder Svovelkies, endnu oftere Magnetjernsteen. Ved Udsprængning af en Brønd i Svaneke, havde man fundet Stene, der havde tildraget sig Beboernes Opmærksomhed. Ved chemiske Undersøgelse fandtes deri en Flusspath, der foruden Flussyre og Kalk indeholdt Cerium og en Jordart, der enten maatte være Ytterjord eller Thorjord. I samme Steen fandtes ogsaa en jordagtig bruun, flussur Cerium med Jern; ligeledes Albit. Alt dette forøger den Overeensstemmelse, der viser sig mellem Bornholms og den Skandinaviske Halvøes Mineralrige.

Samme Medlem af Selskabet har forelagt det Tanker over Muligheden af at gjøre Træets bedste chemiske Anvendelse mere almindelig, og derved at foranledige, om man saa maa sige, et nyt System i Brændselets Anvendelse. Forf. mener nemlig, at man vanskeligen nogensinde vil kunne bringe Indretningerne til Stuevarming og Madlavning for enkelte Familier saa vidt, at man deri kunde benytte al den i Brændets Fortæring ved Ilden virkeligen liggende Opvarmingskraft. Den af Brændet udviklede Røg, og den af Røgen afsatte Soed, maa staae enhver Indretning i Veien, der ikke giver en altid tilstrækkelig Træk. Men for at opnaae dette maa Trækken være saa stærk, at den som oftest er større end tilstrækkelig. Han troer derfor at man burde arbeide paa at gjøre den nu i adskillige Lande udøvede chemiske Kulbrændning langt almindeligere end den er. Som bekjendt vinder man derved mere og

bedre Kul af samme Træemasse, end ellers, og tillige en sveden Olie og Æddike. Brændluften, som udvikles, regner han som Tab ved Kulbrændningen. Den svedne Olie kunde anvendes som Tjære, men ogsaa til Oplysning, naar man deraf vil tillave Brændluft, hvortil Tjæren er udmærket skikket. Æddiken kan renses, og derved komme til endog at overgaae anden Æddike. Man mætter den først med Kalk, og adskiller det derved dannede Salt ved svovelsurt Natron (Glaubersalt), som man for saa godt Kjøb kan drage af vor Tang. Det herved dannede æddikesure Natron kan da paa bekjendte Maader renses, og adskilles ved Svovelsyre. Da det æddikesure Natron ved en ringe Varme adskilles, og giver et udmærket reent Natron, kunde man maaskee endog foretrække denne Tillavning deraf, for den ved Glaubersaltets umiddelbare Adskillelse. Efter alt dette kan man da ved Kulbrændningen vinde saa megen Bifordeel, at man kan sælge Kullene mindre dyrt, end det Træ hvoraf de ere udbragte. Deres mindre Vægt vil endnu lette Landførselen. Naar Kul indførtes som Brændsel i Stuer og Køkkener, vilde man rigtig nok nødes til at forandre Ildstederne; men de nye vilde vorde mindre kostbare end de gamle. Stueovnene behøvede ikkun et tyndt slangebøiet Aftræksrør for den varme Luft, der var gaaet gennem Ilden, kunde aldrig give Røg ei heller Soed, saa at Skorsteensild fra Kakkelovnene vilde være umuelig. Kakkelovnsfeining vilde være overflødig. Naar slige Ovne engang vare fyldte med Kul, og man havde de nødvendige Lukkelser til Trækhullerne, vilde man kunde forstærke og svække Ilden, endog slukke den efter Godtbefindende. Et eneste Stykke brændende Papir kunde atter faae Kullene i Brand, naar man vilde. Sikkerhed, Beqvemhed, Rumbesparelse, Reenlighed vilde vindes derved. I Køkkenerne vilde lignende Fordele opnaaes, især derved, at man nu let kunde udføre den saa bekvemme og sparsomme Confourkøging.

Endeligen har samme Medlem forelagt Selskabet en Afhandling over den korteste Maade at foredrage Elektricitetslæren i en Række af Forsøg. En Oversigt over dens Indhold vilde ikke let forstaaes uden Afbildninger.

---



## OM HAARRØRENE

---

### OM ET NYT ÆSK I PEBEREN<sup>1</sup>

---

### BERETNING OM DEN ANDEN UNDERSØGELSE SREISE TIL BORNHOLM<sup>2</sup>

---

(VIDENSKABERNES SELSKABS OVERSIGTER. 1819—20. P. 12—16.)

Professor og Ridder *Ørsted* har forelæst Selskabet en Afhandling om Haarrørene. Dens Hensigt var blot at fremstille Haarrørs-virkningens Theorie i sin letteste og for Naturlæren meest passende Form. Efter at *Newton* allerede havde lagt den rette Grund til denne Theorie, ved at bygge den paa en Tiltrækning, der ikkun virker i uendeligt smaa Afstande, havde de fleste Physikere, som senere bearbejdede denne Gjenstand, afvejet fra det Rette, ved at tillægge den her foregaaende Tiltrækning en Virkning i en mærkelig Afstand. Denne Feil uagtet, gjorde dog Theorien Rede for de fleste Haarrørsvirkninger. *De la Place* indsatte endeligen igjen den Newtonske Grundlære i dens Rettigheder, og gav Haarrørenes Theorie en Fuldendthed, der er hans store Navn værdig. Han udvikler deres Theorie paa to forskjellige Maader. I Følge den ene afledes alle Forholdene af Vædsken Overflades ved Tiltræknin-gerne bestemte Figur: efter den anden derimod afledes de af en umiddelbar Betragtning over Størrelsen af de tiltrækkende Flader og de tiltrukne Masser. Denne sidste Udvikling, som den lettere har *de la Place* ikke saaledes udført i alle dens Dele, hvilket har givet adskillige Physikere Anledning til enten ganske at foretrække den første, eller dog at benytte begge Udviklingsmaaderne i samme Foredrag. Da den sidste Udviklingsmaade, som bestandigen holder Øiet fæstet paa de virkende Kræfter, bedst passer til Naturlærens Foredrag, saa har Forf. søgt at udføre denne. Det Nærmere heraf vilde det være for vidtløftigt her at meddele, da det gaaer ud paa at give en Række af Forklaringer, udviklede af allerede bekjendte Grunde.

*Samme* har meddelt Selskabet Efterretning om et nyt Æsk (Al-

<sup>1</sup> [Se dette Bind P. 212.]

<sup>2</sup> [Samme Emne findes udførligere behandlet i: Beretning om en Undersøgelse over Bornholms Mineralrige udført i 1819 efter Kongelig Befaling giennem Rentekammeret af *H. C. Ørsted* og *L. Esmarch*. Kiøbenhavn 1820. Se denne Udgaves Bd. 3.]

kali), som han har opdaget i Peberen. Dette Æsk faaes ved at udtrage af Peberen med Viinaand alt det derved Opløselige, sætte Saltsyre til, som med dette Æsk danner et i Vand noget opløseligt Salt, og derpaa bundfælde Harpixen med Vand. Efter at dette Salt er behørigt rensat og opløst i Vand, bundfældes Æsket med Ammoniak. Dette Æsk har hele Peberens Skarphed, er opløseligere i Viinaand end i Vand, giver med de fleste Syrer tungtopløselige Salte, og antager ved Salpetersyrens Indvirkning en grønlig Farve. Det har samme Grundbestanddele, som Plantematerierne i Almindelighed, og hører altsaa til samme Klasse som Æskene i Opium, Rævekagen, Stramonium o. s. v. Dog udmærker det sig fra alle hine, ved sin Skarphed.

Kort efter berettede *Samme* ogsaa Selskabet, at Studiosus, nu Doctor *Forchhammer* havde opdaget et lignende skarpt Æsk i det saakaldede spanske Peber, eller Frugten af *capsicum annuum*. Endskjønt dette har Skarphed fælles med det foregaaende, udmærker det sig dog derfra ved sin større Opløselighed i Vand, ved sin Evne til at mætte mere Syre, og ved de Salte det danner.

*Samme Medlem* har ogsaa foreviist Selskabet en Prøve af den ved Doctor *Forchhammer* opdagede Mangansyre, der er sammensat af 100 Dele Mangan og 128 Dele Ilt, er karminrød, tilintetgjør Plantefarverne, og danner med Æskene røde Salte.

Endeligen har samme Medlem forelagt Selskabet Beretningen over den anden Undersøgelsesreise, som han i Selskab med Justitsraad *Esmarch* og Doctor *Forchhammer* efter kongelig Befalning har udført paa Bornholm. Foruden den Bekræftelse de herved fandt for de Bestemmelser de paa den tidligere Reise gjorde, have de havt Leilighed til at udvide vor Kundskab om denne mærkværdige Øe. I Øens Urbjerg have de fundet Grønstenen saare udbredt, og af samtidig Dannelse med Gneusen. I Selskab med denne Udvikling forekommer ogsaa Magnetjernsteen, der paa mange Steder ganske synes at fortrænge Hornblænden af Grønstenen. Paa et Sted finder man i Grønsteenlaget, saavel ædel som almindelig Serpentin, der indeholde Kali og smelte let for Blæserøret. Indsprængt deri forekommer bladig Prehnit og Kobberkies, saa at den nærmer sig *van Buchs* Gabbro. I Overgangsbjerget gjorde de den Bemærkning, at Leerskiferen kun der gaaer over i Alunskifer, hvor man tillige finder Kalksteen. Dette gav dem Anledning til at søge og finde Alunskifer under Limensgadens Kalksteen, hvor et Alun-



værks Anlæg vilde være meest beleiligt. Alunskiferen prøvedes, og dens Brugbarhed fandtes bekræftet. Steenkulegnen fandt de paa mange Steder dækket af en hærddet Mærgel, hvori Flintesteen forekom, og af en grøn Gruus, der ogsaa fandtes indsprængt i Mergelen. Disse to Materier hører unægteligen til Kridtformationen, og lader formode at de Sand- og Leerlag, som dække det Øvrige, ligeledes hører dertil. Det er under denne Kridtformation at Steenkullene ligge. Det samme Forhold finder Sted ved Lüttich, Arras og flere Steder i det nordostlige Frankrig. Ved de Sammenligninger deres lange Ophold paa Bornholm tillod dem at anstille, bragtes de til den almindelige Bemærkning over Øen, at al Agerjorden paa den nordostlige Side af Landets høie Ryg er opfyldt med Brudstykker, der henhører til samme Skiferformation, som nu udgjør Landets Sydegn, og at derimod al Agerjord paa Vestkysten er opfyldt med Brudstykker af Kridtformationen. Tænker man sig nu Bornholm fortsat paa den ene Side til Rygen, paa den anden til det svenske Fastland, saa deles derved Østersøen i to store Afdeelninger, af hvilke den østligere for største Delen er begrændset af Skiferformation, den vestligere af Kridtformation. Et stort Udbrud synes at have opslugt en Deel af Landet, og forenet to, maaskee endog flere Indsøer til een. Denne Mening strider mod en af mange skarp-sindige Mænd antagen Mening, hvorefter Østersøen skulde være dannet ved et Indbrud; men Forf. bemærker at Østersøen aabenbar modtager mere Vand end den kan uddunste, saa at den altid, som Indsøe, maatte staae høiere end nu, da den har Afløb; hvilken Grund synes at være mathematisk afgjørende. Den Omvæltning hvorom her handles, maa i Øvrigt være gammel, og Antagelsen af en saadan staaer ikke i Modsigelse med andre Phænomener, der maaskee tale for en nyere Strømning i modsat Retning.

---

## MEDDELELSE OM ELECTROMAGNETISMENS OPDAGELSE<sup>1</sup>

---

(VIDENSKABERNES SELSKABS OVERSIGTER. 1820—21. P. 12—21)

Professor og Ridder *Ørsted* har Tid efter anden forelagt Selskabet en Række af Undersøgelser over Magnetismen, hvorved der godtgjøres at de magnetiske Virkninger frembringes ved samme Kræfter som de electricke. Allerede længe have adskillige Naturgranskere formodet denne Sammenhæng; men hverken havde de afgjørende Beviser derfor, ei heller gjettede man det Forhold mellem Electricitet og Magnetisme, som Forsøgene nu have viist os. Forfatteren selv havde allerede for lang Tid siden antaget et System, i Følge hvilket alle indvortes Virkninger, i Legemerne, som Electricitet, Magnetisme, Varme, Lys, saavel som og de chemiske Forbindelser og Adskillelser beroe paa samme Grundkræfter. Dette System, som han allerede tidligere i enkelte Afhandlinger har foredraget, har han i sine *Ansichten der chemischen Naturgesetze*,<sup>2</sup> der udkom 1812 fuldstændigere udviklet, og kom allerede den Gang til det Resultat, at Magnetismen maatte frembringes af de electricke Kræfter i deres meest bundne Tilstand. At bekræfte denne Tanke ved Forsøg, forestillede han sig i lang Tid vanskeligere end Udfaldet siden viste at det var. Han overloed sig derfor til andre Undersøgelser, indtil han ved sine Forelæsninger over Electricitet, Galvanismus og Magnetismus i Foraaret 1820 atter kom til at forfølge denne Tanke. Han opdagede nu, at den Leder, som forbinder de to modsatte Poler af den galvaniske Kjede, og hvori al den Virkning, som ved noget Slags Electrometer kan opdages, er forsvunden, udøver en mægtig Sidevirkning, hvorved den sætter Magnetaalen i Bevægelse. Denne Virkning gaaer lige let for sig, enten Rummet mellem Lederne og Magneten blot er opfyldt med Luft, eller med andre Legemer. Man har anbragt mellem Lederen og Naalen Vand, Glas, Metaller, Harpix, forskjellige Steenarter, uden at mærke nogen Forskjæl. Virkningen gennemtrængte lige let alle de Forsøget underkastede Legemer, undtagen Jernet, der selv letteligen antager saa megen Magnetisme at denne kan virke med; men ogsaa kun for saa vidt dette skeer gjør Jernet Undtagelse.

---

<sup>1</sup> [Se dette Bind P. 214, 218 og 223.]

<sup>2</sup> [Se dette Bind P. 35.]



Ved denne Evne, at gennemtrænge med lige Lethed alle Legemer, stemmer denne Virksomhed ganske med Magnetismen, og udmærker sig fra Electriciteten, Galvanismen, Lyset, Varmen, kort fra alle andre Virksomheder, som vi i vore Forsøg formaae at fremkalde, og nærmer sig til Tyngden, som uophørligt gennemtrænger Alt, men af os ligesaa lidet kan frembringes, som forstærkes eller svækkes.

Denne Virkning af den forbindende Leder bestaaer ikke i en saadan Kræfternes Fordeelning, som den vi kjende i Magneten, men den bestaaer i et dobbelt Kredsløb af magnetiske Virkninger rundt om den forbindende Leder, saaledes at den ene af de to magnetiske Kræfter virker fra høire til venstre, medens den anden virker fra venstre til høire. Uagtet man til Forsøgenes Forklaring ikke behøver at antage Andet end dette dobbelte Kredsløb, saa har dog Forfatteren troet, at Foreningen af en fremskridende Bevægelse og en Kredsbevægelse maatte danne en Vindellinie (en Spiral). Under denne Forudsætning antager han, at de electricke Kræfters Bane i Lederen er en Vindellinie, som med Hensyn paa den uden for Kjæden staaende Betragter gaaer fra Venstre til Høire. I denne Linie gaaer hver af de to electricke Kræfter selv fra Venstre til Høire for en Iagttager som vender sit Ansigt til den Side, hvorfra Kraften kommer. Alt dette forudsat, frastødes Magnetnaalens Nordende af den negative Electricitet og tiltrækkes af den positive. Naturligviis staaer Magnetnaalens Sydende i samme Forhold til den positive Electricitet.

Hvad vi her for Øieblikket kalde Electricitet, er det ikke i Ordets strængere Betydning; thi den Kraft, som i den aabne Galvaniske eller electricke Kjede virkede paa en eiendommelig Maade, under en eiendommelig Form, som vi kalde den electricke eller galvaniske, virker her under en ganske anden Form, som vi meest passende kalde den magnetiske: da imidlertid Magnetismen virker under den rette Linies Form, det vil sige at de modsatte Kræfter skille sig bestemt i modsatte Retninger, Kræfterne derimod her uophørligen strømme i hinanden, og udgjøre et Kredsløb, saa har Forfatteren kaldet den heromhandlede Virkning *Electromagnetismen*.

Efter at have gjort denne Opdagelse anstillede Forfatteren Forsøg med lette bevægelige galvaniske Apparater, og fandt at de ganske forholdt sig saaledes til Magneten, som den opdagede Lov

lod forudberegne. Derimod viste de Redskaber, han tilveiebragte, sig hverken bevægelige eller virksomme nok for at sættes i en bestemt Stilling ved Jordens Magnetisme, eller til at følge den Indvirkning andre forbindende Ledere maatte have derpaa. Medens han endnu sysselsatte sig hermed, udfandt *Ampère*, Medlem af det Pariser Academie, en beqvem Indretning hertil, i det han dannede en bevægelig Leder, som kunde modtage Udladningen af et kraftigt galvanisk Apparat. Han fandt derved at Ledere, som gennemstrømmes af de electriske Kræfter i lige Retning, tiltrækker, og i modsat Tilfælde frastøde hinanden. Denne Lov blev af *Ampère* betragtet som Grundloven for alle electromagnetiske Virkninger; Forfatteren betragter den derimod som en aabenbar Følge af den Lov, han har opdaget: thi tænker man sig ved Siden af hinanden to Ledere, som gennemstrømmes i samme Retning, saa ville de eensartede Kræfter, just fordi de gaae i samme Retning ikke møde hinanden, uden ved et Par Vendepunkter, de uensartede derimod maae møde hinanden, altsaa frembringe Tiltrækning. Ere derimod de to Ledere gennemstrømmede i modsatte Retninger, saa møde de eensartede Kræfter hinanden og frembringe Frastødning.

Forfatteren nøies ikke engang med at betragte dette som en Følge af den Lov, han har fundet for Electromagnetismen; han søger endog at vise, at et Kredsløb af Kræfter er den eneste Betingelse, hvorunder electrisk gennemstrømmede Ledere kunne udøve de her beskrevne Tiltrækninger og Frastødninger. Udstrømmede Kræfterne af Lederen i lige Retning fra Lederens Axe, saa vilde ingen Virkning frembringes, naar begge Kræfter holdt hinanden Ligevægt, og i alle Tilfælde Frastødning, naar een af Kræfterne havde Overvægt. Ikkun da naar de udstraalende Kræfter virke efter Tangenterne af Lederens Omkreds, eller i Retninger der lade sig saaledes opløse, at ikkun virksomme tangentiale Kræfter blive tilbage, og naar hver af Kræfterne virke ud fra ethvert givent Punkt efter modsatte Tangenter, er det ved Erfaringen fundne Forhold muligt.

Det var naturligt at vente, at den samme Kraft, der virkede saa stærkt paa Magnetnaalen, ogsaa maatte frembringe Magnetisme. Det varede heller ikke længe, før man udfandt adskillige Maader, hvorpaa man kunde magnetisere en Staaltraad ved Hjælp af den galvaniske Kjedde. *Arago* fandt at man kunde magnetisere en Staaltraad ved at lade Lederen omslynge den i Vindelbugter.



Adskillige andre Undersøgere fandt at man kan frembringe den samme Virkning ved at slynge Staaltraaden i Vindelbugter om Lederen. Disse Fremgangsmaader efterlade imidlertid adskillige Tvivl i Henseende til Theorien: man kunde enten antage med *Berzelius* at Lederen havde i sin Omkreds visse bestemte Magnetpoler, og med denne berømte Naturgrandsker da rimeligst antage tvende Par, eller man kunde med Forfatteren antage, at der i ethvert Punkt af Lederens Omkreds var en Bestræbelse til magnetisk Modsætning efter Retningen af de to modsatte Tangenter. Forfatteren har afgjort dette Spørgsmaal ved at lægge en tynd Staaltraad, som omfattede Halvdelen af Lederens Omkreds, tæt an paa denne, og derved magnetisere Traaden. Havde der været to Par magnetiske Poler, hvoraf de ensartede laae i Enden af samme Diameter, saa maatte den magnetiserede Traad i dette Tilfælde have havt samme Poler paa begge Ender; men nu viste Forsøget at den havde modsatte Poler. Magnetiseringen foregik paa samme Maade, naar Traaden omfattede større eller mindre Dele af Lederen. Man kan altsaa med Rette antage, at hvert Punkt i Omkredsen har en Bestræbelse til magnetisk Modsætning, i Retningerne af dets to modsatte Tangenter. Med nogle Modificationer antage *Wollaston*, *Seebeck*, *Prechtel* o. fl. ogsaa denne Mening, som de hver paa sin Vei have søgt at begrunde.

At man ved Gnidningselectriciteten maatte kunde frembringe magnetiske Virkninger ligesaa vel som ved Berøringselectriciteten, eller den saa kaldede Galvanisme, fulgte af Sagens Natur; dog var det ikke muligt at skjelne Gnidningselectricitetens Virkning paa Magnetnaalen fra de stærke tiltrækkende og frastødende Virkninger den udøver som Electricitet. Derimod have *Davy* og *Arago* fundet at man ved Gnidningselectriciteten kan magnetisere en Staaltraad. Forfatteren finder, som man kunde vente, dette fuldkomment bekræftet, og Navnet Electromagnetisme derved desto fuldkomnere retfærdiggjort.

*Ampère* havde fundet, at den bevægelige forbindende Leder ved Jordklodens Magnetisme bringes til at stille sig i det magnetiske Øst og Vest. Dette bragte ham paa den Tanke, at Magnetismen blot bestod i electriske Kredsløb omkring en forestilt Axe, og beliggende i Planer lodret paa denne. Forfatteren har søgt at vise at denne Theorie, der med megen Skarpsindighed er udtænkt til at forklare den gennemstrømmede Leders Virkning paa Magnetnaalen,

langtfra ikke passer paa alle Virkninger mellem Magneter indbyrdes. Han bemærker tillige med *Erman*, at denne Theorie ikke ret passer med den velbekjendte Magnetisering formedelst Strygning. Forfatteren troer at Forskjellen mellem Electromagnetismen og Magnetismen blot er den, at hiin bestaaer i et Kredsløb, hvori de modsatte Kræfter i ethvert Punkt uophørligen bevæge sig i modsatte Retninger, denne derimod er at betragte som en lignende Virksomhed, der blot ikke længere udgjør et Kredsløb, men er saaledes beskaffen, som den electromagnetiske Kreds vilde være, naar den kunde aabnes, og udstrækkes til en Linie, uden at de deri foregaaende Virkninger ophørte.

Jordklodens Magnetisme var af *Ampère* blot betragtet som en Følge af et galvanisk Kredsløb parallel med Æqvator, og som han især tilskrev Jordens Sammenføjning af Lag, der kunne betragtes som Leed af en galvanisk Kjede, men paa hvis Tilstand ogsaa Solen maatte have Indflydelse. Forfatteren troer at Jordens Sammenføjning af Lag ikke har en saadan Retning, at den kan frembringe et Kredsløb fra Øst til Vest; derimod troer han at Solen for sig alene hertil er tilstrækkelig. Ved den Varme, den Fordampning og de chemiske Adskillelser, den frembringer, maae nødvendigviis et electrisk Kredsløb fra Øst til Vest frembringes. Dette electriske Kredsløb fra Øst til Vest giver da en electromagnetisk Virkning i Retningen mellem Syd og Nord. Man kan saaledes antage, at Jorden omgives af et electromagnetisk Belte. Paa den øverste Flade af dette Belte gaaer den negative Electromagnetisme (svarende til den negative Electricitet) mod Nord, den positive mod Syd. Paa den underste Flade er, i Følge Kredsløbets Natur, Virkningen den modsatte. Da intet Legem ganske mangler Evne til at modtage Magnetisme, endskjøndt de fleste ikkun have den i en ringe Grad, saa følger deraf at Jordens Masse maae magnetiseres formedelst det electriske Belte. Denne Magnetisering skeer formedelst Beltets nederste eller inderste Flade, saa at Jordens Masse erholder sin Magnetisme i den modsatte Retning af den, Beltets øverste Side og den ved dettes electromagnetiske Kræfter stillede Magnetnaal viser. Men da en Magnetnaal maae stille sig saaledes mod en anden Magnet, at deres modsatte Poler søge hinanden, saa følger at Jordens magnetiske Masse, og det electromagnetiske Beltes Overflade stræbe at give Naalen samme Retning. Det magnetiske Bælte, der omtrent maa strække sig saa langt som Afvexlingen af Dag og Nat, lider



daglig og aarlig Forandringer, der ogsaa maae have Indflydelse paa Magnetnaalen: Jordkloden som Magnet vil ikke letteligen kunne lide uden meget langsomme Forandringer. Da alle electricke Udladninger ere ledsagede med electromagnetisk Virkning, saa begribes nu let den Indflydelse som Lynilden ofte viser paa Magnetnaalen. Forfatteren foreslaaer at anvende Magnetnaalen som meteorologisk Instrument, men at anvende dertil enten svage Magnetnaale, paa hvilke Jordens Kraft ikke er betydelig, eller at ophænge dem i Retninger hvori Jordens Kraft ingen Indflydelse har paa deres Retning. Selv i Marktscheidekunsten troer han at den electromagnetiske Theorie kunde være nyttig, i det man ved Magnetnaale, som vare ophængte i forskjellige Retninger, vilde see sig i Stand til at mærke hvilken Indflydelse galvaniske Virkninger i Bjerget kunde have.

Forf. gjør endeligen opmærksom paa, at den Theorie af Varmen og Lyset, som han allerede for lang Tid siden offentlig har fremsat, antager at disse to store Virkninger skulde frembringes ved Vexelvirkningen af de samme to Kræfter som frembringe de electricke Phænomener. Det har forekommet mange Physikere utænkeligt, at disse Kræfter skulde være forenede, uden gandske at tilintetgjøre hinandens Virkning. Electromagnetismen derimod viser os et Exempel paa en Virksomhed frembragt ved de samme to Kræfter der frembringe Electriciteten, men under Omstændigheder, hvor de saaledes ere forenede, at intet Electrometer opdager deres Tilværelse. Varme og Lys frembringes ved de samme Kræfter og ved den samme Fremgangsmaade som Electromagnetismen; kun fordres hertil en større Mængde af virkende Kræfter, og i disses Vexelvirkning en større Hurtighed. Først da naar Lederen har erholdt saa megen Electricitet, at den ikkun meget utilstrækkeligt kan aflede den, frembringes Varme. Mon ikke her den til alle Sider udad trængende Kraft nødes til at bane sig en Vei, der selv maa følge den samme Lov, som Bevægelsen paa Lederens Overflade, følgerigen enten selv danne en Spiral, eller udbrede sig i Bølger, under et bestandigt Kredsløb. Men om denne Virkning ikke endnu modtager nye Bestemmelser, enten er mere sammensat end den electromagnetiske, eller maaskee ikke udbreder sig i krumme Linier af samme Figur, men vel endog i Zigzag, maae det overlades til nærmere Undersøgelser at afgjøre. Forfatteren har allerede tidligere paastaet, at Lyset kunde sammenlignes med en Række af

utallige electricke Gnister af umærkelig Størrelse, og at Lysets Udbredelse maatte betragtes som en Forstyrning og Gjenoprettelse af Ligevægten mellem de to modsatte Kræfter i Rummet. Denne Theorie ligner den *Huygenske* eller *Eulerske* deri, at den antager Lysudbredelsen som et Slags Bølgebevægelse (Undulation), men adskiller sig fra samme deri, at den ikke bestaaer i en Afvexling af Sammentrykninger og Fortætninger, men i en Række af Adskillelser og Sammensætninger: Undulationen blev saaledes ikke mechanisk men chemisk. Saadan var Forfatterens tidligere Theorie. De electromagnetiske Opdagelser synes nu at vise os Veien til en nærmere Indsigt i disse Undulationers Beskaffenhed. Maaskee kunde Vindingernes eller Kredsenes indbyrdes Afstand bestemme Lysstraalernes Farve, og disse Vindingernes eller Kredsliniens Figur engang tjene til at forklare os Lysets saakaldte Polaritet.

Selv i Chemiens Theorie kunne de Bevægelser, som Electromagnetismen aabenbarer os, neppe blive uden Nytte, da vi jo vide at sammensatte Stoffer ved Galvanismen adskilles i deres modsatte Bestanddele, og at disse bevæge sig fra den ene electricke eller galvaniske Pol til den anden, ligesaavel som de electricke Kræfter i en metallisk Leder. I de modsatte Stoffer, som ophæve hinandens Virkninger, skulde der da være en Bestræbelse til modsatte Bevægelser. Hvor vide ere ikke de Udsigter, som her aabne sig, som en Følge af een eneste opdaget Hovedegenskab.

Forf. føler selv, at han ikkun langsomt vil skride frem i denne vide Kreds af Undersøgelser. Men maaskee tør han haabe at andre Naturforskere ville unde de Slutninger han uddrager af sin Opdagelse noget af den Opmærksomhed de have undt hans Forsøg. I saa Fald vilde de mange store Gjenstande der synes ham at svæve i en fjern Demring vorde fremdraget for Sandhedens klare Dag.

---



## GALVANOMAGNETISKE UNDERSØGELSER<sup>1</sup>

---

### FORSØG OVER VANDETS SAMMENTRYKNING<sup>2</sup>

---

(VIDENSKABERNES SELSKABS OVERSIGTER 1821—22. P. 5—11)

Professor og Ridder *Ørsted* har fortsat sine galvanomagnetiske Undersøgelser. Han har dels foreviist Selskabet de mærkeligste nye Forsøg i denne Materie, dels søgt at berigtige de forskjellige Theorier, man har udtænkt, for at forklare de galvanomagnetiske Virkninger; men for saa vidt disse Meddelelser kunde have mere end Tidens Interesse, ønsker han, dog ikke at offentliggjøre dem, før han kan fremlægge et større sammenhængende Arbejde over Electromagnetismen. Her bliver derfor ikkun at anføre en ny Anvendelse af Electromagnetismen, der maaske kunde give Middel i Hænderne til en heel Række af Galvanisk-chemiske Undersøgelser. Som bekjendt har *Zamboni* fundet at man kan sammensætte en galvanisk Søile af to Materier, en fast og en flydende, naar ikkun det faste Legem er saaledes dannet, at det paa den ene Side frembyder en meget større Berøringsflade med Vædsken end paa den anden. Disse toledede Søiler have en meget svag Virkning, og selv de meest øvede Experimentatorer have fundet Vanskeligheder i at faae regelbundne Virkninger deraf. Galvanomagnetismen opfatter denne Gjenstand i sin største Enkelhed. To Strimler Zink, af ulige Brede viser denne Virkning, ved Hjælp af den galvanomagnetiske Multiplicator. Naar man forbinder hver af disse Strimler med en Ende af Multiplicatorens Traad, og inddypper dem paa lige Tid i en fortyndet Syre, saa sættes Redskabets Magnetnaal strax i Bevægelse. Den smaleste Strimmel virker i Kjeden som Zink, den bredeste som Kobber. Da hvert Punkt i den smale Strimmel maa lide en større Indvirkning end hvert Punkt i den bredere, naar Ligevægt skal opnaaes, saa sees at det stærkest angrebne af to Metalstykker virker, som det stærkest angrebne af to uensartede Metaller, der bringes i Kjeden. Det samme viiste sig, naar man brugte to lige Zinkstrimler, men dyppede det ene tidligere i Vædsken end det andet; det først inddyppede, som altsaa havde lidt den største Indvirkning forholdt sig som det brændbare

---

<sup>1</sup> [Se dette Bind P. 251.]

<sup>2</sup> [Se dette Bind P. 254.]

Metal. Heraf følger da at intet Metal kan opløse sig i en Syre, uden at der allerede begyndes en galvanisk og magnetisk Virkning, endog blot ved den Omstændighed, at Inddypningen og Virkningen ikke paa samme Tid kan finde Sted paa alle Punkter. Selv Krystallernes Form erholder ved disse Forsøg en chemisk Betydning.

Samme Medlem havde for nogle Aar siden forelagt Selskabet nogle Forsøg over Vandets Sammentrykning, hvorved han havde viist at denne lader sig udføre med langt mindre Kraftanstrengelse end man almindeligt troer, naar man ikkun gjør Anvendelse af den bekjendte Grundsætning, at det Tryk, som udøves paa en liden Overflade af en indsluttet Vædske, virker derpaa, som om en lignende Kraft anvendtes paa enhver lige saa stor Deel af dens Overflade. I Følge heraf brugte han til Vandets Sammentrykning en viid Messingcylinder, paa hvilken var skruet en snævrere, hvori et Stempel kunde bevæge sig. Han kunde derfor med en liden Kraft gjøre Vandets Sammentrykning ligesaa kjendelig, som *Abich* og *Zimmermann* med deres mange hundrede Pund. For at bedømme Størrelsen af den anvendte Kraft, benyttede han et Rør med Luft, som ved Qviksølv var spærret, men som igjennem dette modtog det Tryk, som anvendtes paa Vandet. Da vi nu vide at Luftens Sammentrykning forholder sig som de sammentrykkende Kræfter, saa var det let af denne at beregne det anvendte Tryk. Men uagtet den store Styrke, man havde givet det Messingkar, hvori Vandet sammentryktes, var det dog muligt at dette Kars Sider havde givet efter, saa at man ikke havde maalt Vandets Sammentrykning alene, men en sammensat Virkning af denne og af Karrets Udvidelse. Hertil kom, at man saa lidet i disse Forsøg, som i nogen af de tidligere, *Cantons* [ikke] undtagne, havde holdt Regning over Varmens Indflydelse, hvilket dog var saa meget mere nødvendigt, som det lod sig tænke at Sammenpresningen selv kunde være ledsaget af Varmeudvikling. De skjønne, men alt for ofte overseete *Cantonske* Forsøg vare anstillede, formedelst Trykkene af fortyndet eller fortættet Luft. Men da Luftens Sammentrykning og Udvidelse altid er ledsaget med en betydelig Forhøining eller Nedsættelse i Varmegraden, saa kunde man let nære den Frygt, at den ellers saa skarpsindige Experimentator kunde være bleven skuffet ved denne Indflydelse. Han angav nemlig Vandets Sammentrykning ved et Tryk af lige Størrelse med Atmosfærens, til lidet mindre end  $4\frac{1}{2}$  Hundredtusinddele af dets Rumfang, hvilket ikkun er  $\frac{1}{3}$  af den



Sammentrækning som 1 Grads (Hundreddeeling) Afkøling kunde frembringe, naar man arbejder ved Middelvarme. Derimod beholdt *Cantons* Forsøg det afgjørende Fortrin for de nyere, der tildeels havde fortrængt dem, at de ere anstillede saaledes at Siderne af det Kar, som indslutter Vædsken, ikke blot indenfra lider samme Tryk som Vædsken, men ogsaa udenfra; saa at Trykket ikke kunde forandre Figuren eller Størrelsen af det Kar, hos *Canton* det Glasrør, der optog Vædsken. I de nyeste Tider har den skarpsindige *Parkins*, som vi skyldte Sidrographiens Opdagelse, anstillet Forsøg der have den sidste Fordeel tilfælles med *Cantons*, i det han nemlig indsluttede det Metalrør, hvori Vandet skulde sammentrykkes, i Vand, paa hvilket han lod Trykket virke. Hans skarpsindigt udtænkte Forsøg ville altid beholde et betydelig Værd, da de ere anstillede med en Kraft der sielden staaer Experimentatoren til Raadighed, nemlig et Tryk, der var et Par hundrede Gange større end Atmosfærens; men Spørgsmaalene om Varmeudviklingen og om Varmens Indflydelse paa Vandets Rumfang forbleve endnu ubesvarede. Forf. stræbte derfor at udfinde et Redskab, der tillod en nøiagtig Udmaalning af de Sammentrykkende Kræfter, saavel som af Vandets Sammentrykning, og hvorved tillige Varmeforholdene paa det skarpeste kunde efterspores. Det Vand, som skal sammentrykkes, er indsluttet i et Glasrør, der omtrent kan modtage 4 Lod Vand. Dette Rør er neden lukket, men ender sig oven i et meget snævert 52 Linier langt og calibreret Rør, saa at det kan betragtes, som en Flaske, med en lang haarrørsnæver Hals. Oven ender sig Halsen i en liden 2 Linier viid Trag. I Flasken gaaer 709,48 Grammer Qviksølv; men det Qviksølv som udfylte en Længde af 24,6 Linier i det snævre Rør veiede ikkun 96 Milligram. Hvilket for een Linies Længde giver 55 Timilliondele eller nøiagtigere 0,000005501 af det Hele. Man opvarmer nu Flasken ved at holde den i Haanden ganske lidet, om mueligt neppe  $\frac{1}{4}$  Grad (Hundreddeeling), og gyder en Draabe Qviksølv i Tragten. Ved den paafølgende Afkøling vil dette derfor tildeels drage sig ned i Røret, og sperre Vandet. Sætter man nu denne Flaske i en stærk Glas-cylinder fyldt med Vand, og oven forsynet med et Pomperør, hvori et Stempel kan bevæges ved Hjælp af en Skrue, og udøver man nu, formedelst dette Stempel et Tryk paa Vandet i Cylinderen, saa vil dette virke paa Qviksølvet i Tragten, og derfra fortsættes til Vandet i Røret. Sammentrykkes nu Vandet, saa maa Qviksølvet stige ned;

hvilket ogsaa Forsøget viser. For at maale hvor stor Sammentrykningen er befæstes Flasken i en Fod, der bærer en Maalestok, som er inddeelt indtil Fjerdedeelslinier. Til Maalningen af Trykkets Størrelse sættes paa samme Maalestok et oven lukket calibreret Glasrør fyldt med Luft, hvis Sammentrykning lærer os Størrelsen af den trykkende Kraft. Varmeforandringerne sees let paa Flaskens snævre Hals selv, bedre end paa noget Thermometer; thi en Opvarming af  $1^{\circ}$  (Hundreddeeling) bringer Vandet til at stige 27 Linier, naar dets Varmegrad omtrent er 15 Grader: ved en betydelig større eller mindre Varmegrad vil det naturligviis stige mere eller mindre for et Tillæg af een Grad. Da man paa Maalestokken har Inddeeling indtil  $\frac{1}{4}$  Linie, og let kan skønne Forandringer af  $\frac{1}{8}$  Linie, saa kan en Forandring af  $\frac{1}{100}$  Grad ikke undgaae Iagttagers Opmærksomhed, og selv  $\frac{1}{200}$  er ikke vanskelig at opdage. I øvrigt behøver det vel neppe at siges, at den Varme, hvorved man begynder at experimentere, maa bestemmes ved Thermometeret. Saa snart man ved Stempelet har udøvet det tilsigtede Tryk paa Vandet, og optegnet hvor meget Qviksølvet er steget ned i det snævre Rør, og Vandet er steget op i det, som er fyldt med Luft, ophæver man strax igjen Trykket. Man vil da finde at Vandet næsten altid driver Qviksølvet lidet høiere op i det snævre Rør end det strax før Experimentet stod. Naar man udfører Experimentet med Hurtighed, og ikke flere Tilskuere nærme sig det, udgjør Forskjellen mellem første og anden Stilling som oftest ikkun  $\frac{1}{8}$  Linie, dog ikke ganske sieldent  $\frac{1}{4}$  Linie. I første Tilfælde har Varmeforandringen været mindre end  $\frac{1}{200}$ , i sidste mindre end  $\frac{1}{100}$  Grad. Ved en langsommere Fremfærd gaaer vel Forskjellen til  $\frac{1}{2}$  ja til en heel Linie. I ethvert Tilfælde bør man tage Middeltallet af de to Stillinger. Ved en lang Række af Forsøg, hvoraf de nøiagtigste ere anstillede ved 15 til  $16^{\circ}$ , har Virkningen af et Tryk saa stort som Atmosfærens givet en Sammentrykning af  $45\frac{1}{2}$  Milliondele af det sammentrykte Vands Omfang. Forskjellige Tryk, fra  $\frac{1}{3}$  indtil 5 Atmosfæres Tryk bleve anvendte, hvilke stemmede overeens i at vise, at Sammentrykningerne forholdte sig som de sammentrykkende Kræfter, hvilket Forf. ogsaa havde udledet af sine tidligere Forsøg, hvori dog det indsluttende Metals Udvidelse ogsaa havde medvirket, og følgelig ligeledes maa have forholdt sig, som de sammentrykkende Kræfter.

At ingen Varme udviklede sig ved Sammentrykningen, synes



at kunne sluttes deraf, at Vandets og Qviksølvets Grændse næsten kommer til det samme Punkt igjen efter Sammentrykningens Ophør. Den bemærkede høist ubetydelige Forandring i Varmen maa ansees som en nødvendig Følge af den Berøring der er uadskillelig fra Experimentet, og Nærheden af Experimentator under Iagttagelsen. Selv efter et Tryk af 5 Atmosphærer var Varmeforandringen ikke  $\frac{1}{100}$  Grad; og ordentligviis hverken større eller mindre, end naar ikkun een Atmosphæres Tryk var brugt. Da man imidlertid kunde tænke sig, at Udvidelsen efter Trykkets Ophør kunde tilintetgjøre den ved Sammentrykningen frembragte Varme, saa blev et Breguetsk Metalthermometer, paa hvilket en Forandring af  $\frac{1}{10}$  Grad let vilde have været bemærket, sat i Vandet i Cylinderen, og dette underkastet den stærkeste Sammentrykning vi kunde tilveiebringe, uden at det angav Spor af Varmeforandring.

Overeenstemmelsen mellem disse Forsøg og de *Cantonske* er virkelig mærkværdig. Den Engelske Physiker fik ved  $64^{\circ}$  Farenheit =  $15\frac{1}{2}^{\circ}$  [ $\varnothing$ :  $17\frac{7}{9}$ ] (Hundreddeelning) en Sammentrykning af 44 Milliondele for een Atmosphære, og ved  $34$  Farenh. =  $1\frac{1}{9}$  (Hundred.), 49 Milliondele. Dette ellers uventede Udfald lader sig let forklare af Varmevirkningernes Uliighed; men man seer at det til ingen af Siderne fjerner sig betydeligt fra den nye Bestemmelse nemlig  $45\frac{1}{2}$  Milliondeele. Ved et nyt Exemplar af Instrumentet har Forf. endog faaet  $44\frac{1}{2}$  Milliondeel der næsten slet ikke afviger fra det Resultat *Canton* fik ved samme Varmegrad.

Det nye her beskrevne Instrument lader sig bruge til mangfoldige andre Undersøgelser over Vædskernes Sammentrykning, men som Tiden endnu ikke har tilladt Forf. at anstille.

#### [VANDETS SAMMENTRYKNING]

[Forsøgsresultater fundne blandt Ørsteds Papirer. Pakke 30. Universitetsbibliotheket.]

Den 23. og 24. Sept. 1822. Varmen  $15^{\circ}$ .

Qviksølv i Røret .....	$6\frac{3}{4}$
En Atm. Tryk tilført gav .....	$15\frac{1}{8}$
Sat tilbage i 1 Atm. Tryk .....	$6\frac{1}{2}$

Begyndelsestrykket efter Middeltal
$6\frac{3}{8} = 6,625$ , draget fra
$15\frac{1}{8} = 15,125$
er $8,5$

Qviksølv i Røret .....	$8\frac{7}{8}$
En Atm. Tryk .....	18
Tilbage .....	9

Qviksølv i Røret .....	$9\frac{1}{8}$
En Atm. ....	$17\frac{3}{4}$
Tilbage .....	$9\frac{1}{4}$

Begyndelses Middeltal $9\frac{3}{8}$ , som draget fra $17\frac{1}{2}$ giver $8\frac{9}{8} = 8,56$ .
---

	Qviksølvet i Røret.....	$11\frac{1}{4}$		
	En Atmosph.....	20		Begyndelses Middeltal $11\frac{5}{16}$ , som dra-
	Tilbage.....	$11\frac{3}{8}$		get fra 20 giver $8\frac{1}{16} = 8,69$ .
	Qviksølvet i Røret.....	$11\frac{3}{8}$		
	En Atm. Tr.....	20		En Atmosfæres Virkning = 8,625.
	Tilbage.....	$11\frac{3}{8}$		
2	Begyndelsen.....	$11\frac{3}{8}$	28,250	
	2 Atmosph.....	$28\frac{1}{4}$	11,375	
	Tilbage.....	$11\frac{3}{8}$	16,875	
			8,4385 for een Atm.	
3	Begyndelsen.....	$10\frac{7}{8}$	36,250	
	3 Atm. Tr.....	$36\frac{1}{4}$	10,875	
			25,375	
			8,458 for een Atm.	
2'	Begyndelsen.....	$12\frac{1}{4}$		Begyndelsens Middeltal $12\frac{5}{8}$ draget fra
	2 Atm. Tr.....	$30\frac{1}{8}$		$30\frac{2}{8}$ giver $17\frac{3}{8} = 17,8125$ alsaar 8,906
	Tilbage.....	$12\frac{3}{8}$		for een Atm.
Middeltallet af Forsøgene 2 og 2' vilde være 8,67.				
1	Begyndelsen.....	12	1 Atm. 8,75.	
	1 Atm. Tr.....	$20\frac{3}{4}$	NB. Der blev først anbragt et større Tryk	
	Tilbage.....	12	end 1 Atm., og derpaa dreiet tilbage	
	Begyndelsen.....	$24\frac{5}{8}$	med Skruen.	
	1 Atm. Tr.....	33	Begyndelses Middeltal = 24,437, som draget	
	Tilbage.....	$24\frac{1}{4}$	fra 33, giver 8,56 for een Atm.	
3	Begyndelsen.....	$23\frac{1}{2}$	Begyndelses Middeltal $23\frac{3}{8}$ , hvilket draget	
	3 Atm. Tr.....	$48\frac{3}{4}$	fra $48\frac{3}{4}$ giver $25\frac{3}{8} = 25,375$ , alsaar for	
	Tilbage.....	$23\frac{1}{4}$	1 Atm. 8,46.	
			NB. Samme Forsigtighed som i det fore-	
			gaaende.	

2 Atmosfæres Tryk gave strax efter hinanden 8,28 og 8,31 for hver Atm.

3 Atmosfæres Tryk gav strax derpaa 8,37 for hver Atmosfære.

1 Atmosfæres Tryk gav strax derefter ikkun 8; saa at en lang Sammentrykning synes at formindske Sammentrykkeligheden.

Kl. 10<sup>0</sup>—43' sammentrykkedes Vandet fra  $20\frac{3}{8}$  til. Var sammentrykket i 10', og gik derpaa tilbage til  $19\frac{1}{2}$ .

Den 9. October anstillet Forsøg med Vandets Sammentrykning ved Varmen  $16\frac{1}{4}$  C.

$\frac{1}{2}$ Atm.	Luftvol.	$9\frac{7}{8}$	
	fra	$14\frac{1}{4}$	
	48 til 36	$9\frac{7}{8}$	$\frac{1}{2}$ Atm. Trk. = $4\frac{3}{8}$ .

$\frac{1}{2}$ Atm.	Luftvol.	$9\frac{6}{8}$	14
	fra	14	$9\frac{9}{16}$
	48 til 36	$9\frac{3}{8}$	$4\frac{7}{16}$

Herefter vilde 1 Atm. Trk. give en Formindsk.  
=  $8\frac{3}{4}$  indtil  $8\frac{7}{8}$ .

$$\begin{matrix} 8\frac{1}{16} \\ 8\frac{1}{16} \end{matrix} > 8\frac{1}{16}.$$



1 Atm.	Luftvol.	9	$17\frac{6}{16}$	1 Atm. Trk. = $8\frac{9}{16}$ .
	fra	$17\frac{3}{8}$	$8\frac{13}{16}$	
	48 til 24	$8\frac{5}{8}$	$8\frac{9}{16}$	

2 Atm.	Luftvol.	$7\frac{1}{4}$	$24\frac{2}{8}$	2 Atm. Trk. $17\frac{1}{8}$ . 1 Atm. Trk. $8\frac{9}{16}$ .
	fra	$24\frac{1}{4}$	$7\frac{1}{8}$	
	48 til 16	7	2) $17\frac{1}{8}$ $8\frac{9}{16}$	

3 Atm.	Luftvol. 48 til 12	6 32 $5\frac{3}{4}$	32	3 Atm. Trk. = $26\frac{1}{8}$ . 1 Atm. Trk. = $8\frac{7}{24} = 8,71$ . 3 Atm. i et andet Forsøg gav 26,525; altsaa 1 Atm. 8,84. Et Par andre gav for 1 Atm. beregnet af 3 Atm. 8,33; 8,42. Middeltallet = 8,57.
			$5\frac{7}{8}$	
			3) $26\frac{1}{8}$ ( $8\frac{17}{24}$ ) 24 $2 = 1\frac{6}{8}$ $1\frac{7}{8}$	

Fortsættelse af 9. Octob.

5 Atm.	Luftvol. fra 48 til 8	$7\frac{1}{2}$ 50 $7\frac{3}{4}$	50	5 Atm. 42,375. 1 Atm. 8,47.
			$7\frac{5}{8}$	
			$42\frac{3}{8}$ 5) 42,375 (8,47) 40 23 20 37	

Ved en Tilbagegang, efter at der havde været anvendt 3 Atm. Trk. befandtes 1 Atm. at give  $8\frac{9}{16}$ . Ved samme Lejlighed gav  $\frac{1}{3}$  Atm.  $2\frac{13}{16}$ , hvorefter 1 Atm.  $8\frac{7}{32}$ .<sup>1</sup>  
I mange Forsøg med  $\frac{1}{3}$  Atm. erholdt jeg endnu lidt mindre.

Middeltallet for 1 Atm. ved  $15^{\circ}$  C = 8,585  
af 2 Atm. 8,48 af hver  
af 3 Atm. 8,41 af hver.

8,56  
55  
4280  
4280  
47080

Ved  $16\frac{1}{2}^{\circ}$  C = 8,563 af 1 Atm.  
 $2 \times 8,563$  af 2 Atm.  
 $3 \times 8,57$  af 3 Atm.  
 $5 \times 8,47$  af 5 Atm.  
 $\frac{1}{2} \times 8,81$  af  $\frac{1}{2}$  Atm.  
 $\frac{1}{3} \times 8,23^1$  af  $\frac{1}{3}$  Atm.

Den 16. October ved  $14\frac{1}{4}^{\circ}$  C fandt jeg endnu Middeltallet af Sammentrykningen ved 1 Atmosph. =  $8\frac{9}{16}$ .

<sup>1</sup> [Skal være  $8\frac{7}{16} = 8,44$ .]

## FORSØG OVER THERMOELECTRISKE KIÆDER<sup>1</sup>

(VIDENSKABERNES SELKABS OVERSIGTER. 1822—23. P. 9—10)

Ved Electromagnetismen opdagede Dr. *Seebeck* i Berlin for et Par Aar siden en nye Klasse af electricke Kiæder, der er betydeligt forskiællig fra den galvaniske. Man sammensætter dem af to forskiællige Metaller, der ere bòiiede saaledes, at de med deres Endpunkter kunne sammenføies og danne en Ring, ligegyldigt af hvad Figur. Ved at opvarme den ene af Sammenføiningerne frembringer man nu heri et electrick Kredsløb, som Magnetnaalen angiver. Disse nye electricke Kiæder fordre aldeles ingen Vædske og Metallernes Virksomhed følge deri en anden Orden end i de galvaniske Kiæder. Man kalder nu den *Seebeckske* Kiæde den *thermoelectriske*, og den Galvaniske, som Modsætning deraf den *hydroelectriske* Kiæde, man kunde paa Dansk kalde hiin den varmeelectriske, denne den vandelectriske Kiæde, dersom man ikke maaskee vil foretrække de fuldstændigen af det græske afledede Ord, for de Danske, der dog maa benytte det af det Græske afledede *electric*. Det var at formode, at man af flere saadanne Kiæder maatte kunne danne en sammensat mere Virksom ligesom man af flere Galvaniske Kiæder danner den Voltaiske Søile. I Selskab med Baron *Fourier*, en af det franske Instituts bestandige Secretairer, har Professor *Ørsted* anstillet Forsøg herover. Det viste sig herved, at der i Gierningen lader sig sammensætte en virksommere thermoelectrisk Kreds, ved at sammenføie afvexlende Stykker af to forskiællige Metaller, naar man enten opvarmer hver anden af Sammenføiningerne, eller afkiøler dem, eller endnu bedre forener begge Fremgangsmaaderne, og afkiøler hver anden, men opvarmer den anden Halvpart. Det viste sig herved, at denne nye Art af electrick Virkning fordrer langt fuldkomnere Ledere end den galvaniske, ligesom denne atter fordrer fuldkomnere Ledere end den sædvanlige Gnidningselectricitet. For den thermoelectriske Virkning ere Metallerne ikke bedre Ledere, end Marmor eller middeltørt Træ er for Gnidningselectriciteten. Man maa derfor gjøre Metalstykkerne i den thermoelectriske Kiæde saa korte som muligt; hvorved dog paa den anden Side Varmen let kommer til at sætte sig alt for snart i Ligevægt; en Uleilighed man da ikkun undgaaer, naar man

<sup>1</sup> [Se dette Bind P. 272.]



udsætter hveranden Sammenføining for en bestandig Tilstrømning af Varme, og de andre for en ligesaa bestandig Tilgang af Kulde. Man har endnu ikke drevet denne Sammensætning til den Fuldkommenhed der let var muelig; men Professor *Ørsted* har foresat sig at fortsætte disse Forsøg, og derover at aflægge Selskabet Regnskab. Her skal endnu ikkun bemærkes, at det i hine Forsøg viste sig, at man med en sammensat electrisk Kjæde kunde frembringe galvanisk Virkning paa en præpareret Frøe.

---

## EN NYE ART AF SAMMENSAT THERMOELECTRISK KJÆDE

---

### BEMÆRKNINGER OVER NORDLYSETS THEORIE

---

### BERETNING OM NOGLE FORSØG OVER LYSET

---

(VIDENSKABERNES SELSKABS OVERSIGTER 1823—24. P. 13—14)

Professor og Ridder *Ørsted* har foreviist Selskabet en nye Art af sammensat thermoelectrisk Kjæde. Naar man vil forene flere thermoelectriske Leed til en sammensat Kjæde, ligesom man kan forene flere hydroelectriske (galvaniske) Leed til en sammensat Galvanisk eller Voltaisk, saa møder man en den thermoelectriske Virkning eiendommelig Vanskelighed. Denne Virkning ledes nemlig endnu meget mindre let end den galvaniske; Metallerne lede dem neppe bedre end Marmor leder Gnidningselectriciteten. Ved hvert nyt Leed forøger man naturligviis Kjædens Længde, og derved Modstanden mod Ledningen: forkorter man derimod Ledene, saa sætter Varmen, som just skal være ulige i de afvejlende Punkter, sig alt for hastigt i Ligevægt. Forf. har udtænkt en Indretning der hæver denne Vanskelighed. Han gjør Ledene meget korte, men sætter de Dele, som skulle være enten varme eller kolde i Forbindelse med en Strøm af varmt eller koldt Vand, som vedligeholder den fordrede Ulighed. For at opnaae dette lader han hvert Led bestaae af en Daase, hvis ene Halvdeel er Antimon, den anden Vis-

moth. Giennem hver anden af disse lader han strømme varmt Vand, gjennem de øvrige koldt. Man kan saaledes have en sammensat thermoelectrisk Kjede af 8 Led, der ikke har større Længde end den man ofte har givet de enkelte. Med flere Led har Forf. endnu ikke forsøgt denne nye Indretning, men Selskabet lader forfærdige en lignende paa 50 Led, som nu snart kan ventes færdig til Prøvelse. Forf. troer at man er berettiget til at vente store magnetiske og chemiske Virkninger af en Indretning som denne, naar man ikkun giver den Leed nok.

*Samme* har meddeelt Selskabet nogle Bemærkninger over Nordlysets Theorie, hvorved han især gjorde opmærksom paa, at den lysende Bue af de store Nordlys netop har samme Retning som en electrisk Udladning maatte have, der skulde staae i samme Forhold til Magnetismen. Iøvrigt holdt han ikke for at vi endnu have alle de nødvendige Kundskaber, for at danne en fuldstændig Theorie af Nordlyset.

*Samme* har ligeledes forelagt Selskabet Beretning om nogle Forsøg over Lyset. *Frauenhofer* havde som bekjendt, opdaget visse mørke Striber i det prismatiske Farvebilled af Solen, og viist at de paa en væsentlig Maade hænge sammen med Sollysets Beskaffenhed, i det at det prismatiske Farvebilled af forskjellige Stjerner tildeels viste ganske andre Striber, hvorfra atter de der danne sig ved Prismets Virkning paa de ved Kunsten fremkaldte Lysarter ere forskjellige. Ogsaa den electricke Gnist viste herved egne lyse og mørke Striber. Forf. troede at det vilde være lærerigt, at undersøge det ved galvanisk Glødning frembragte Lys, som han i Theorien om Lyset tillægger stor Betydning. Det viste sig herved, at dette Slags Lys gav det hele prismatiske Farvebilled, men uden alle enten lyse eller mørke Striber; saa at det heri viser sig forskjellig fra alle andre Lysarter, der hidindtil have været undersøgte. Han undersøgte tillige dette Lys i Henseende til Polarisation, men fandt det aldeles upolariseret.

---



## FORSØG OVER DEN MARIOTTISKE LOV<sup>1</sup>

---

### FORSØG OVER LERJORDENS FORBINDELSE MED CHLOR OG FREMSTILLING AF DETS METAL<sup>2</sup>

---

(VIDENSKABERNES SELSKABS OVERSIGTER. 1824—25. P. 13—16)

Den med Mariottes Navn betegnede Lov for Luftens Sammentrykning, at dens Rumfang aftager og dens Spændkraft stiger, i samme Grad som de trykkende Kræfter voxe, var hidindtil ikkun beviist for smaa Sammentrykninger. De Forsøg adskillige Physikere, som *Sulzer*, *Robinson* o. fl. havde gjort med betydelige Sammentrykninger, havde givet ganske andre Forhold, saa at man kunde fristes til at troe, at den Mariottiske Lov ikke var strængt men kun tilnærmelsesviis rigtig; og det kun endda for smaa Sammentrykninger. Prof. *Ørsted*, Ridder af Dannebrogen og Dannebrogsmænd, har i Selskab med Capitain *v. Suensson* af Artilleriecorpset foretaget en nærmere Undersøgelse af denne Sag. Det lykkedes dem, i et Redskab af en ny Indretning gradvis at sammentrykke Luften, formedelst en Qviksølvsoile, der efterhaanden bragtes til en Høide af omtrent 19 Fod. I enhver af de herved iagttagne Sammentrykningsgrader fandt de, at Rumfanget forholdt sig som de sammentrykkende Kræfter. I intet af disse Forsøg fandt de saadanne betydelige Afvigelser fra den Mariottiske Lov, som deres Forgjengere; men tvertimod blot hine smaa Afvigelser, der ere uadskillelige fra Forsøgets Natur. Uagtet saa omfattende Forsøg allerede syntes at give den Mariottiske Lov den Fasthed, der fordredes, saa gik de dog videre; de brugte hertil Kolber af Vindbøsser, hvori de meget stærkt fortættede Luften ved en Ladningsmaskine. Kolberne vare først udmaalte ved Vand, hvis Mængde man dog ikke bestemte ved Maal, men ved Vægten. Ligeledes bestemte man ved Vægten Mængden af den indpompede Luft. *Hans Majestæt Kongen*, hvis oplyste Kjærlighed for Videnskaberne altid opmuntrer og understøtter deres Dyrkere, havde den Naade dertil at bevillige Brugen af sine egne Vindbøssekolber og Ladningsmaskine, saavel som Laanet af en stor og fin Vægtskaal fra Fredriksværk. Det lykkedes, i de dermed udførte Forsøg, at bringe Luften til en 110

---

<sup>1</sup> [Se dette Bind P. 285.]

<sup>2</sup> [Se dette Bind P. 297.]

Gange større Tæthed end den omgivende Lufts. Ved denne Leilighed var der over 101 Grammer Luft deri, hvilket omtrent udgjør  $\frac{1}{4}$  Pund Dansk Vægt. Ved de forskjellige Fortætningsgrader prøvede de den til Sperklappens (Ventilets) Aabning nødvendige Vægt, og fandt at ogsaa her den Mariottiske Lov, i det mindste indtil 60 Gange saa stor Tæthed, som den omgivende Lufts, beholdt sin Gyldighed. Ved høiere Tryk leed Sperklappen saa meget under Ladingen, at Forsøgenes Udfald ingen Stadighed havde. For at opdage Grendsen for den Mariottiske Lovs Gyldighed, anvendtes de Luftarter, som ved et maadeligt Tryk bringes til Draabeflydenhed. Da den Mariottiske Lovs Gyldighed for den atmosfæriske Luft, selv under meget betydelige Tryk, allerede var beviist, kunde man nu anvende denne til Sammenligning. Man brugte hertil tvende inddeelte Rør, det ene fyldt med tør atmosfærisk Luft, det andet med tør Svovelsyring, begge spærrede med Qviksølv. Rørene sættes i en Cylinder, hvis Bund var fyldt med Qviksølv, Resten med Vand, og som foroven var forsynet med en Indretning hvorved man efter Vilkaar kunde udøve et mere eller mindre stort Tryk paa Vandet. Det forstaaer sig at Vandets Tryk igjennem Qviksølvet meddeelte sig til Luftmasserne i de inddeelte Rør; og nu saae man begge Luftarternes Fortætning følge hinanden indtil Svovelsyringen begyndte at gaae over i Draabetilstand. Samme Forsøg gjentoges med lige Udfald med Kulqvælstoffet (Cyanogenen). Man seer da at Luftarterne, lige indtil de naae Draabepunktet, fortættes i Forhold til de trykkende Kræfter. Om Vandet vide vi, efter Forfatterens tidligere Forsøg, at dets Sammentrykning følger samme Lov; og vi have Grund til at formode at alle draabeflydende Materier ligeledes følge den. I saa Fald maatte man da antage, at ogsaa de ved Luftarternes Sammentrykning frembragte Vædske rette sig derefter. Saa vidt vore Kundskaber gaae, adlyde endeligen ogsaa de faste Legemer denne Sammentrykningslov. Det skulde altsaa blot være ved Overgangene fra een af disse Tilstande til en anden, at et Spring fandt Sted, og Loven ikke gjeldte. Tilkommende Undersøgelser ville afgjøre om denne Lov er ligesaa ubegrendset anvendelig paa de draabeflydende og faste, som paa de luftformige Legemer.

Som bekjendt er det lykket Chemien, især i de nyeste Tider, at frembringe Forbindelser af Chloret og de fleste brændbare Stoffer. Blandt de faa Chlorforbindelser, som endnu stode tilbage var Leerærets (Leermetallets). Af de sædvanlige Fremgangsmaader,



hvorved Chlorforbindelser tilveiebringes, var her intet at vente. En ny maatte forsøges. Over en Blanding af reen Leerjord, som holdtes glødende i et Porcellainrør, lededes tørt Chlor. I det Leerjorden herved fik Leilighed til at skille sig ved sin Ilt, forbandt sig dens brændbare Bestanddeel med Chloret, og dannede derved en flygtig Sammensætning, som let opfangedes i et Forlag, der naturligviis maatte være forsynet med et Afledningsrør for det uindsugede Chlor, og den dannede Kuliltluft. Chlorets Forbindelse med Leerjordens brændbare Grundstof, Chlorleeræret, er flygtigt ved en Varme, der ikke meget overgaaer det kogende Vands; det er lidt gulagtigt, maaskee dog af vedhængende Kulstof; det er blødt, antager dog Krystalform; det indsuger begjærligt Vand, og opløser sig med stor Lethed deri, og med Udvikling af Varme. Opvarmet hurtigt med Kaliamalgam, lider det en Adskillelse, hvorved Chlor-kaliær og Leeræramalgam dannes. Dette Amalgam adskiller sig med en stor Hurtighed i Berøring med Luften, og giver ved Destillation, uden Berøring med Luften, en Metalklump, som i Farve og Glands noget nærmer sig Tinnet. I øvrigt har Forf. baade i det erholdte Amalgam og Leermetal fundet mærkværdige Forhold, der ikke tillade ham at ansee Forsøgene som sluttede; men med Sandsynlighed love vigtigt Udbytte. Efter den her beskrevne Fremgangsmaade kan man ogsaa erholde Chlorkieselær. Det er meget flygtigere end Chlorleeræret. Man kan derfor let ved eet Arbeide erholde baade Chlorleerær og Chlorkieselær, naar man nemlig leder Chlor over en glødende Blanding af Kulstøv og Porcellainleer. Kieselen i denne Jord danner med Chloret en saa flygtig Materie, at den maa opfanges i et ved kunstig Kulde kjølet Forlag. Chlorkieselæret er draabeflydende, farveløst, og har efter Forsøg, som Cand. Pharm. & Phil. *Køster* har foretaget, en Vægtfylde = 1,5 gang Vands, og sit Kogepunkt ved  $50^{\circ}$  efter Hundredeels Thermometeret. Dets Flygtighed synes at hindre dets Adskillelse ved Kaliamalgam; men naar den lykkes tør man ogsaa haabe at see Kieselens brændbare Grundstof, der allerede af *Berzelius* er fremstillet som et Pulver, tilveiebragt i sammenhængende, maaskee endog metalglindsende Skikkelse.

---

[Blandt *H. C. Ørsted's* efterladte Papirer (Universitetsbibliotheket, Pakke 72) findes der to Manuskripter, der supplerer Meddelelsen om Fremstillingen af Aluminiumklorid og Aluminium (»Chlorleerær«). Det ene er en Kladde skrevet med *Ørsted's* Haand — muligvis til en Del af Meddelelsen om Sagen til Videnskabernes Selskab; det andet indeholder Detailler om de udførte Forsøg og fremtræder nærmest som en Afskrift med en anden Haand end *Ørsted's*. De anføres nedenfor i den her angivne Orden; de findes i en Pakke med Udskrift:]

## CHLORLEERÆR FREMSTILLING AF CHLORMETALLER

Det er bekjendt nok, at vort Aarhundredes Opdagelser i Chemien have godtgjort at Jordarterne ere at betragte som brændte Stoffer, hvori det brændbare endnu er et Metal eller dog et Stof, der henhører til samme chemiske Række som Metallerne. Imidlertid var det dog ikke lykket at fremstille dette brændbare Stof af alle Jordarterne. Af de æskige, Baryt, Strontian, Kalk var det temmelig vel lykket; de mindre æskige eller mere til Surhed heldende Jordarter modstode derimod de Fremgangsmaader, hvorved hine havde ladet sig adskille. Først i de seneste Tider lykkedes det *Berzelius* at udskille Kieselens brændbare Grundstof, *Kieselær* (Silicium) ved at adskille dets Forbindelser med Flussyren ved Hjælp af *Kaliær* (Kalium). Ved denne fortræffelige Chemikers Arbejde blev nu *Kieselærets* Egenskaber og Forhold saa godt bekjendte, som de fleste allerede for lang Tid siden undersøgte Stoffers. Blandt andet viiste han, at *Kieselæret* forener sig med Chloret, og dermed giver en mærkværdig, meget flygtig Forbindelse. I denne Anledning faldt jeg paa den Tanke, at man ogsaa maatte kunne forskaffe sig denne Forbindelse paa en anden langt bekvemmere og især mindre kostbar Vei.

Som bekjendt har man tilstrækkelige Grunde til at antage at Leerjorden er sammensat af et brændbart Grundstof, som kaldes *Leerær* (Argillium, Aluminium) og af *Ilt*; men hidindtil havde det dog ikke været muligt at fremstille dette brændbare Stof for sig alene. Det er ligeledes bekjendt nok at man hidindtil ikke havde opnaaet nogen Forbindelse af Chloret og *Leeræret*. En saadan Forbindelse havde vel været mulig fordi vi ikke havde *Leeræret* for sig; thi af mange *Ilter* tilveiebringes Chlorforbindelser, blot ved at forene deres *Ilter* med Chlorbrintesyre (Saltsyre), og ved Varmen fraskille Vandet, hvor da Syrens Brint forener sig med *Ilten* af *Iltet* og danner Vand, som tillige bortgaar: saaledes giver Chlorbrintesaltet af Kalken (Saltsur Kalk) ved at befries fra alt Vand Chlorkalkær. Dette lykkes derimod ikke med Chlorbrintesaltet af Leerjorden. Ved Varmen uddrives Syren, og Leerjorden bliver tilbage. Man seer deraf at *Leeræret* har en større chemisk Tiltrækning til *Ilten* end til Chloret. Det syntes mig derfor rimeligt, at man maatte tilveiebringe en Forbindelse af Chlor og *Leerær*, naar man paa eengang udsatte Leerjorden for Virkningen af Chloret og en Materie som tiltrækker *Ilten*. Det naturligste Middel til dette *Øiemeds* Opnaaelse var at lede Chlor over en glødende Blanding af Leerjord og Kul; hvilket ogsaa ved iværksat Forsøg fuldkommen svarede til Hensigten. Havde man først faaet Chlorleerær, saa haabede jeg, at det heller ikke skulde vorde vanskeligt derfra at skille Chloret paa en saadan Maade, at man endelig erholdt *Leeræret* for sig.

Førend jeg skrider til at beskrive Forsøgene bør jeg nævne, at *Candidatus Philosophiæ & Pharmaciæ Køster* har deeltaget i Udførelsen af alle de Forsøg her skulle beskrives. Medens mange andre Forretninger ofte bortkaldte mig fra Forsøgene, har denne unge Chemikers Hjælp sat mig i Stand til at udføre temmelig talrige Forsøg og de mange Gjentakelser der var nødvendige, uden at en altfor lang Tid medgik. Det er mig kjært endnu at kunne tilføie, at han baade ved Udførelsen af aftalte Forsøg og ved Anslag til adskillige nye tillige har viist at vi af ham tør vente selvstændige Arbejder.

Forsøget til at erholde Chlorleerær iværksattes paa følgende Maade: Man dannede med Vand en Deig af omtrent 4 Dele reen Leerjord og 1 Deel *Kjønrog*. Denne Deig tørredes først i Luften og siden yderligere ved at glødes i en Digel. Saaledes forberedet bragdes den i et Porcellainrør, som lagdes i en Ovn, og med den ene Ende forbandtes med en Indretning hvorfra det skulde modtage Chloret, ved den anden med de Indretninger der skulde modtage de flygtige Stoffer som udvikledes. Chloret ledtes først gjennem et Rør med udglødet Chlorkalk, der kunde berøve den al Fugtighed, før det kom i Porcellainrøret. Det frembragte Chlorleerær som er flygtigt optoges ved den anden Ende af Røret ved et Forstød, hvortil som oftest endnu kittedes et



Forlag, med Luftafledningsrør. Under Indvirkningen dannedes der Kulilte Luft, som gik over til lige med uindsuget Chlor. I et senere Forsøg toges i Stedet for reen Leerjord, Porcellainleer. Herved erholdtes vel baade Chlorleerær og Chlorkieselær; men da dette er langt flygtigere end hiint, saa skille de sig let fra hinanden. Man maa endog omgive det Forlag, hvori Chlorkieselæret skal opfanges, med Iis, naar man vil vente at beholde det meste deraf.

Chlorleeræret er lysegult. Det forflygtes ved en Varmegrad, der er meget lidet over det kogende Vands. Det har en stor Tiltrækning til Vandet, og opløses deri med betydelig Udvikling af Varme. Det findes da, ikke at være andet end chlorbrintesurt (saltsurt Leer). I Viinaand opløses det ligeledes let; men naar man forsøger at afdestillere Viinaanden, saa lider den en Adskillelse, som endnu ikke er bleven nøiere undersøgt. Det ryger ved Berøring med Luften. Allerede den Omstændighed, at det ved at opløses i Vand forvandler sig til et Chlorbrintesalt af Leer, viser at det er sammensat af Leerær og Chlor i saadanne Forhold, at hint behøver saa megen Ilt til at forvandles til Leerjord, som udkræves til Mættelsen af den Brint Chloret fordrer for at vorde Chlorbrintesyre. Naar Iltens chemiske Tal sættes 16, Leerærets 18, den til Mættelsen af 16 Dele Ilt nødvendige Brint 2, saa er Chlorets Mængde  $2 \times 36 = 72$ . Og efter Vægt indeholder da Chlorleeræret 4 gange saa meget Chlor som Leerær.

For paa flere Maader at bekræfte dette bragdes . . . . Gram Chlorleerær i en Platindigel, opløstes i ganske lidet Vand, og adskiltes derpaa med kulsurt Ammoniak. Vandet bortdampedes nu, og den under Adskillelsen dannede Salmiak uddreves, ved en fortsat Glødning. Den tilbageblevne Leerjord veiede . . . . Gram, hvori maa indeholdes  $\frac{18}{84}$  altsaa . . . . Gram Leerær, hvilket meget lidet afviget fra  $\frac{1}{6}$  af Vægten, som giver . . . . Gram.

. . . . Gram Chlorleerær opløst i Vand gav med Salpetersurt Sølv . . . . Gram Chlorsølv, hvori altsaa . . . . Gram Chlor, hvilket af . . . . Gram vilde give . . . . Gram.<sup>1</sup>

Ved en svag Varme lader Chlorleeræret sig sublimere; men dersom man pludseligen udsætter det for en stærk Hede, saa smelter det, under Udviklingen af Chlor der fører Leerær med sig, og forvandler sig til en sortbrun Masse, der ikke forflygtes i Rødgloedheden. Chlorleeræret adskilles dog ikke ved Varmen fuldstændigt i den luftformige og den sortbrune Bestanddeel; men en Deel deraf forflygtes uforandret.

Det Chlorleerær vi hidtil have afhandlet er lysegult. Om det maaske skylder sin Farve til en ringe Mængde af den sortebrune Materie, der muligen deri frembringes strax under dets Dannelse er uvist; dog er det sandsynligt, da ikke alle Dele af Massen er lige gule. Den sortebrune Materie er ikke mærkeligt opløselig i Vand. Ophedet paa et Platinblik i Luen af en Vinaandslampe udstøder den en stikkende Lugt, vorder hvid, efterlader Leer, som veier mindre end den anvendte Masse. Ved at foretage samme Glødning i et aabent Glasrør viser det sig, at Chlorleerær forflygtes, saa at en Deel af Leeræret forbrænder til Leer, medens en anden Deel deraf danner det flygtige Chlorleerær.

Forsøget paa Platinblikket udførtes med en afveiet Mængde af den sortebrune Materie. Mængden var meget ringe, ikkun 0,470 Gran; men da Vægtskaalen var fiin nok til at veie  $\frac{1}{200}$  Gran, kunde dog en temmelig Sikkerhed dermed opnaaes. Disse 0,470 Gran efterlode paa Pla-

<sup>1</sup> [Exempler paa saadanne Analyser findes paa to vedlagte Sedler:]

Tørret Filter med Hornsølv	3,61	
Filter	1,16	
Tør Hornsølv	2,45	deraf 1,175
smeltet paa et Urglas tabte	0,067	gav Rest 1,108
	1,175 : 1,108 =	2,45 : 2,31. I 2,31 gr Hornsølv er
	0,577 Chlor (Chl. = 36 og Sølv 108)	
	0,5731 Chlor (Chl. = 35,4 og Sølv 108)	

0,855 gule X gav 0,325 Leer hvori 0,1720 Leerær.  $855 : 172 = 73 : 14,6$   
 $0,146 : 0,577 = 18 : 71,1$        $0,146 + 0,577 = 0,723$

0,73 gule X gav opløst og udfældet 2,31 Hornsølv hvori (naar Chlor er = 36 (NB. ig. : 35,4) 0,577 Chlor.

0,855 gule X gav 0,325 Leer hvori 0,172 Argilium. Altsaa skulde 0,73 give 0,14.  
 $14 : 57 = 18 : 73$ . NB. omtrent.

tinblikket 0,285 Gran Leerjord, hvori  $\frac{9}{17}$  eller 0,151 Gran er Leerær, det øvrige Ilt, indsuget af Luften. Den forflygtede Masse var da = 0,319 Gran. Hvis denne blot bestod af det flygtige Chlorleerær, saa maatte det indeholde 0,064 Leerær, saa at den hele Mængde af Leerær i den sorte-brune Masse var 0,215; i hvilket Tilfælde der kun blev tilbage 0,255 for Chloret. Men da det ved Forsøget i Glasrøret viiste sig at noget lidet Leer afsattes tæt ved det forflygtede Chlorleerær, saa kan man med Rimelighed slutte at Mængden af Chlor og Leerær har været lige. Hertil fordres kun at 0,02 Gran Leerær har været medforflygtet; thi da blev Leerærets Mængde = 0,235, og Chlorets ligesaa. Men da nu i det flygtige Chlorleerær 1 Vægtdeel Leer er forenet med 4 Vægtdele Chlor, saa bør, i Følge den Lov at Sammensætningerne følge de meest enkelte Talforhold, hiin Bestanddelenes Ligestorhed antages, hvoraf følger at det sorte Chlore af Leeræret indeholder  $\frac{1}{4}$  saa meget Chlor som det gule.

Jeg har imidlertid ikke stolet paa dette Forsøg alene, men anfører det blot, som det, hvorved Sammensætningen først viste sig, og som et i øvrigt nu ei mere sjældent Exempel paa den ringe Mængde af et Stof, der er tilstrækkeligt til at finde dets Bestanddele.

---

### FORSØG FOR VED CHLORENS HJÆLP AT AFILTE JORDARTER, AT DANNE CHLORFORBINDELSER MED DERES METALLISKE GRUNDLAG OG ATTER AT FREMSTILLE DISSE FOR SIG VED AT LADE BRINDLUFT STRYGE OVER DE NÆVNTE METALCHLORER

---

Tørret Chlor over glødende Talkjord; langsom Indvirkning; tilsyneladende Sublimation af et hvidt Pulver; ved endt Operation viste der sig ved Opløsning noget saltsur Talkjord dannet.

---

Reen udfældet Leerjord, blandet med Kjørøg, blev glødende i et Porcellainrør udsat for en Strøm af tør Chlorluft. Der viste sig i de forelagte Glasrør en flygtig Masse efterhaanden at fortætte sig og danne en gul Skorpe; opløselig i Vand under Varmedvikling, dampende i Atmosfæren. Opløsningen gav Bundfald med salpetersur Sølv, liig Chlorsølv og med kulsur Amoniak et der forholdt sig som Leerjord. Opløsningen afdampet til Tørhed udstødte Saltsyredampe; da disse ophørte var Massen uopløselig i Vand, men opløselig i Syre; Glødet gav Massen en svag Farve som af Kul. —

---

En større Portion af denne gule Masse tillavet ved at lade Chlor stryge over en Blanding af Porcellainsjord (240 gram) med  $\frac{1}{4}$  Kjørøg. En betydelig Mængde samlet i et Forstød. Forholdende som den tidligere Portion. Forsøgt at sublimere den for at erholde den uden Farve; ved svag Varme ubetydelig hvid Hinde paa de koldere Dele af Glasset; ved stærkere Varme forflygtigedes en Deel, og satte sig igjen ei langt fra det opvarmede Sted, en anden Deel decomponeredes, udviklede en Luft som ikke syntes at angribe Qviksølv (:?:) indsugedes ubetydelig af Vand, noget mere af Alkohol, som derpaa udfældte Sølv og med kulsur Am: gav svagt Bundfald. Efter Glødning blev i Røret tilbage en sort porøs Masse og paa Siderne en sort Hinde. Massen overhældt med Vand gav smaa Luftbobler; med Saltsyre og Svovlsyre ligesaa, dog svag Indvirkning; Opløsningen gav Bundfald med Amoniak. Den sorte Masse brændte hvid ved stærk Glødning. Indeholdt dog endnu enten Chlor eller noget udecomponeret Masse, derfor stærk glødet i en Strøm af tør Brindluft; blev sort; en Hinde paa Glasset blev i Luen hvid paa Overfladen. Massen indeholdt Leer (Metal? Kul og Chlor?)

En Luftmasse der befandt sig i et Cylinderglas hvori Forstødet endte sig, indsugedes lidet af Vand, lidt mere af Alkohol, reagerede først svagt surt, men afblegede endelig ganske Papiret (:maaske iblandet Chlor fra Giennemstrømningen:) udfældte Kalkvand (ei ganske som kulsur Kalk?) Bundfaldet opløstes af Saltsyre udfældedes atter af Amoniak (:Mon en egen Kul-Chlorforbindelse, eller en Argilium Chlorluft hvis til Leer iltede Basis Kalken udfældtes i Forbindelse med).



28,28 gram X opløst i Vand udfældet med kulsur Amoniak Leerjord paa Filtret — Vædsken med Sølvnitrat, Chlorsølv. Noget ledet i Dampforn over glødende Platin medens der gik Brint over samme. Afsat en mørk Hinde som tildeels brænder rød i Lampeluen. Aftørret med Papir blev dette rødbrunt og fugtet med Saltsyre og Jerncyanokali blaat. — Altsaa er Farven sandsynlig af Chlorjern som her var bleven reduceret paa Platintraaden.

Kaliumamalgam i et lukket, krumt Glasrør; derpaa noget af Massen og opvarmet sammen. Rask Indvirkning Sublimation af en brun Masse. En Deel af Substansen blev uden videre Forandring staaende over Qviksølvet, flydende grønlig i Varmen, crystallinsk stivnende ved Afkøling. Chlorkalium? — Qviksølvmassen som havde været i Berøring med Legemet fraskilt derfra og dette opløst under Luftudvikling og tilbagebleven et sort Pulver. Qviksølvkuglerne metalblanke først, overtrak sig snart i Luften med en Hinde af et kulsurt Pulver, som brændtes noget rødt, (opløstes(?) af Saltsyre), brændt blev det med salpetersurt Kobalt blaa i Luen (Leer). Naar Massen X pludselig opvarmes forflygtiges Noget men en Deel bliver tilbage som en sort Masse, der glødet stærkt, endnu ved Udludning giver Reaction for Saltsyre og Leer. Det af Vand ikke optagne brændes hvidt (svagt rødgult) og viser sig som Leer ved Kobaltopløsning.

(Analyse af 2,828 gram X gul gav 1,313 Leer og 8,285 Chlorsølv = 0,695 Aluminium og 2,071

$\frac{1}{2}$   
Chlor(?) 2 A + 3 Chl. 18 + 54 i Vægt).

Lavet en ny Portion gul Masse ved Chlor over en Blanding af Porcellainsjord med halvt Kjørnæg. Efter Forlaget fulgte en Flaske med lædsket Kalk for at optage Chlor og den derved rensede Luft viste sig som Kulilteluft. I Flasken med Kalk og Røret derefter samlede sig en overordentlig let, sneehvid, fnokket Substans, behandlet med Vand, reagerede sur, lod Kiesel uopløst, i Vædsken Saltsyre, iøvrigt Intet(?) Af Massen gule X opløstes 0,68 gr i Vd. i et Glasrør og Amoniak tilsattes, det hele afdampedes og glødet gav Leer 0,28 deri 14,7 Argilium 0,68—0,147 giver 0,533 Chlor. 147 : 533 = 18 : 65. Heden altsaa ikke stærk nok til at drive den sidste Deel Amoniak bort. 0,855 gr X i Platindigel med Amoniakcarbonat, glødet gav 0,325 brændt Leer hvori 0,172 Argilium. 855—172 giver 683 Chlor 172 : 683 = 18 : 71,6 altsaa 1 Atom Arg. med 2 At. Chl. En Analyse for Chl: med Sølv giver endnu dette nøiere for at ikke Vandgehalt kan gjøre uvis om 2 eller  $1\frac{1}{2}$  Atom.

---

## OM DE FORSØG, DER ENDNU BURDE UDFØRES OVER LEGEMERNES SAMMENTRYKKELIGHED

---

## OM EN FORBEDRING AF NOBILIS ELECTROMAGNETISKE MULTIPLICATOR

---

(VIDENSKABERNES SELSKABS OVERSIGTER. 1825—26. P. 15-17)

Professor Ørsted, Ridder og Dannebrogsmænd, har forelagt Selskabet en Afhandling over de Forsøg, der endnu fortjente at udføres over Legemernes Sammentrykkelighed. Han gik ud fra de Forsøg han allerede tidligere havde forelagt Selskabet over Vandets og Luftarternes Sammentrykning, og som i det sidste Bind af Selskabets Skrifter ere bekendtgjorte. Han viiste at alle de Forsøg, man hidindtil har havt over Vandets Sammentrykning ved store

Kræfter indeholde en eller anden Kilde til betydelige Feil, og at man ved at benytte vore nærværende Kundskaber kunde undgaae disse. Han gjorde opmærksom paa Vigtigheden af at faae nøie bestemt Qviksølvets, Viinaandens, Ætherens, Saltopløsningernes og flere Vædskers Sammentrykkelighed, at sammenligne denne ved forskellige Varmegrader; at prøve Spændkraften af Luftarter, der staae i Berøring med den Vædske, hvoraf de ved Sammentrykning og Afkølning have udviklet sig, o. s. v. og at disse Forsøg maa frembyde en riig Høst af Erfaringer, der sikkert vil kaste noget Lys over Varmens Forhold til Rumopfyldningen. Selskabet tillod efter disse Forslag at Forsøgene maatte udføres paa dets Bekostning.<sup>1</sup>

Samme Forf. har forsøgt en Forbedring ved *Nobilis* electromagnetiske Multiplicator, der selv er en Afart af den *Schweiggerske*. Som bekjendt bestaaer den sidstnævnte af en Metaltraad, der er viklet om en Ramme, hvori en Magnetnaal hænger. Saasnart en electrisk-chemisk Virkning gaaer igjennem Traaden, vil Naalen dreies. Mod den Kraft, som saaledes stræber at dreie Naalen sætter sig Jordens Magnetismus, som stræber at give den den bekjendte Retning. Man har vel med megen Fordeel søgt at svække Jordens Indflydelse, ved en i Nærheden anbragt anden Magnetnaal; men *Nobili* gjør denne Sag endnu lettere, ved at forbinde to Magnetnaale saaledes ved en fiin Stilk, at de stræbe efter modsat Retning, altsaa hæve hinandens Virkning, naar deres Kraft i øvrigt er lige. Hertil kommer at han lader den ene Naal svæve mellem Ledningstraaene, den anden derover, saa at Naalene, just fordi de ere modsatte dreies i samme Retning af Traadens to modsatte Sider. Man kan maaskee endnu forøge dette Redskabs Fiinhed; men i de fleste Tilfælde med mere Skade end Gavn, da det allerede, som det er, er yderst letbevægeligt. Prof. Ørsted har derfor søgt at give det en Indretning, hvorved dets Bevægelighed kunde faae meget forskellige Grader, efter de forskellige Hensigter ved Forsøgene. Dette bevirker han ved at sætte ligefor Naalene en bøiet Magnet, hvis modsatte Polers Tiltrækning mod de to omvendt magnetiserede Naale kan give dem en Retning, der vil holdes med desto større Kraft, jo nærmere Magneten bringes. Man skjønner let hvorledes

<sup>1</sup> Et stort Antal af disse Forsøg ere udførte siden Selskabets Vintermøders Slutning. Vandets Sammentrykning er prøvet indtil 68 Atmosfærer, Qviksølvets, Ætherens, Viinaandens, Svovelkulfstoffets, Saltopløsningernes Sammentrykkelighed er forsøgt; Glassets ligesaa. Der er viist at Vandets Sammentrykning, endog med 45 Atmosfærers Kraft ikke frembringer Varme. Forsøgene fortsættes.



denne Indretning lader sig bruge til at maale svage electricke Kræfter. Forf. har med dette Redskab udført mange Forsøg, over Ledernes Forhold i Kjeden, men hvoraf ingen kort Beskrivelse lader sig give. Han har ligeledes benyttet dette Redskab til at prøve Legemernes Ledeevne; og troer at dette Redskab hertil er særdeles skikket. Han har ved denne Leilighed fundet et let Middel til at gjøre Forskjel mellem Ledere, der alle høre til de fortrinlige; han finder nemlig at mange Legemer, der ere gode Ledere for den hydroelectricke (galvaniske) Kjede, ere slette Ledere for den thermoelectricke. Mange Svovelmetaller ere i dette Tilfælde, men langt fra ikke alle. Det er sandsynligt at man vil kunne gjøre Brug af dette Middel i Mineralogien, og derved opdage Forskjelligheder, som før undgik vor Opmærksomhed.

---

## FORTSATTE FORSØG OVER LEGEMERS SAMMENTRYKKELIGHED<sup>1</sup>

---

### OM BRUGEN AF DEN ELEKTROMAGNETISKE MULTI- PLIKATOR TIL SØLVPRØVEN<sup>2</sup>

---

### FORSØG OVER EN FORBEDRING AF RINGNING MED TAARNKLOKKER<sup>3</sup>

---

(VIDENSKABERNES SELSKABS OVERSIGTER. 1826—27. P. 12—16)

Professor Ørsted, Ridder og Dannebrogsmænd, har i sidste Aar fortsat sine Forsøg over Legemernes Sammentrykning, hvortil Selskabet havde bevilliget Udgifterne. Han har deels udtænkt nye Redskaber til Vandets Sammentrykning ved store Kræfter, deels endnu givet det Redskab, hvormed Forsøgene udføres adskillige Forbedringer. Alt dette kan ikke beqvemt forklares uden Tegning; men vil snart meddeles i Selskabets Skrifter. Det vil være nok,

<sup>1</sup> [Se dette Bind P. 335.]

<sup>2</sup> [Se dette Bind P. 337.]

<sup>3</sup> [Se *Schweiggers Journal für Chemie u. Physik* Bd. 52. P. 11-13. Leipzig 1828 og *Handels- og Industritidende* Nr. 79 Kjøbenhavn 1826.]

her at anføre de vigtigste Resultater. Vandets Sammentrykkelighed er ikke lige ved alle Varmegrader. *Canton* havde allerede fundet, at Vandets Sammentrykning er størst ved de laveste Varmegrader. De Vanskeligheder, han havde at overvinde, ved den af ham brugte Fremgangsmaade, havde givet megen Anledning til Tvivl, som nu aldeles hæves. Vandets Sammentrykning er ved  $0^{\circ}$  henimod 50 Milliondele, for en Atmosphæres Tryk, regnet til 336 Pariser Linie Qviksølvhøide. Ved  $10^{\circ}$  C. er den allerede formindsket indtil 45 Milliondele; men endnu ved høiere Varmegrader, saa vidt man har kundet forfølge Forsøgene, nemlig op til  $30^{\circ}$  C. aftager bestandig Sammentrykkeligheden, som Varmen stiger. Ved høiere Tryk, forholde sig Sammentrykningerne endnu meget nær som de sammentrykkende Kræfter. Forsøgene gaae indtil 68 Atmosphærer. De Afgivelser som *Perkins* ved sine meget store Forsøg havde faaet fra Forf.'s, synes at hidrøre derfra, at hiin har brugt Stød, denne jevnt Tryk, til Sammentrykningerne. Qviksølvets Sammentrykning er ved mange overensstemmende Forsøg bleven bestemt til omtrent  $1\frac{3}{4}$  Milliondele for een Atmosphæres Tryk. Foruden disse er Sammentrykningen af Æther, Viinaand, adskillige Saltopløsninger, og fortyndede Syrer, bleven bestemt. Glassets Sammentrykning er bleven befundet saa ringe, at den ikke kan have nogen mærkelig Indflydelse paa Udfaldet af Forsøgene over Vandets Sammentrykning. Ved disse sidste Forsøg ere nogle Særsyn fundne, som endnu nøiere efterspores.

Samme Forf. har meddeelt Selskabet, at man kan bruge den electromagnetiske Multiplicator, til Sølvprøvning. Det var let, af Sagens Natur at indsee Muligheden heraf; da enhver Ulighed i Metallets Natur, maatte give Anledning til en galvanisk Virkning. Det kom nu kun an paa at undersøge, om denne Virkning var saa stor, at man derved kunde opdage smaa Uligheder i Sølvets Reenhed. For at prøve dette, forfærdigedes Sølvstrimler af alle Lødigheder fra 1 til 16, og nogle hvis Lødigheder dannede Mellemtrin, mellem enkelte af hine, f. E. Strimler til  $12\frac{2}{3}$ ,  $13\frac{1}{3}$  Lødighed. Naar man brugte vandholdig Saltsyre (Chlorbrintevand) som flydende Leder, gave ikke alene to Metalstykker, hvis Lødighed afveeg 1, men endog saadanne, hvis Lødighed afveeg  $\frac{1}{3}$  Lod eller 6 Green, adskillige Graders Udslag paa Multiplicatoren; saa at man, ved dette Middel, med Sikkerhed kan kjende en Forskjel af  $\frac{1}{100}$ , ja vel af Mindre, Kobberhold i Sølv. Naar man prøver de samme Sølvstrimler



med forskjellige flydende Ledere, erholder man derved endnu adskillige vigtige Oplysninger. Har man udfundet en Sølvstrimmel af bekjendt Legering, der giver liden eller ingen Virkning med en given Sølvprøve, og man derpaa finder at Multiplicatoren ikke mere giver samme Udfald, naar man bruger en Kaliopløsning til flydende Leder, men at Viseren nu slaar ud til samme Side, som om man satte en mindre ædel Sølvprøve i den forriges Sted, saa kan man slutte, at Prøven har enten indeholdt Messing eller Arsenik. I sidste Tilfælde er Afgivelsen overmaade stor, som om man havde taget et ganske andet Metal; i første er den dog saa stor som om Sølvet havde et Par Graders mindre Lødighed end det virkelig har. Ved Saltsyre som Leder viser det messingholdige Sølv sig bedre end det skulde. Denne nye Prøvemaade overgaaer da langt Probeerstenen, og fordrer ikke et saa øvet Øie som denne; imidlertid fordrer den dog megen Forsigtighed. Overfladerne maa være meget rene, ikke ulige af Politur, men helst begge vel afgnedne med Pimpsteen. Overfladerne, som bringes i Berøring med Vædsken, maa være lige store m. m. Kun en udførlig Beskrivelse vil sætte en med Experimenteerkunsten ubekjendt Metalarbejder istand til med Sikkerhed at bruge denne Prøvemaade.

Det er bekjendt at Kirketaarne lide Meget ved Klokkernes Ringning, især naar Klokkerne er meget store. Tænker man sig en Masse af 10000 eller flere Pund svinge frem og tilbage i et Taarn, saa vil man let indsee, at dette derved maa udsættes for voldsomme Rystelser. Man har derfor ogsaa i lang Tid været betænkt paa at bringe Klokkerne til at give den behørig Lyd, uden at lade dem svinge. I Rusland, hvor man har gjort sig Umage for at have store Klokker, nøies man med at ringe Klokkens Knebel; hvilket dog synes at give en meget ufuldkommen Klang. I Midten af forrige Aarhundrede bekjendtgjordes i Tydskland adskillige Maader at ringe Klokker, uden at lade disse selv gjøre Sving. Disse Maader bestode alle i, at slaae Klokken med en Hammer eller Knebel, der sættes i Bevægelse ved en Maskine, saaledes at Slagenes Hurtighed ganske beroede paa den Ringende. Ved alle disse Fremgangsmaader skeer det ordentligviis, at Slagene ikke følge regelret paa hinanden, og at Knebelen eller Hammeren, ved hvert Slag, bliver en kort, for vore Sandser rigtignok umærkelig Tid i Berøring med Klokken, og dæmper derved det meste af Lyden. En Deel af disse Feil havde en opfindelsesriig dansk Smed *Svendsen* undgaaet, ved et af ham

udtænkt Maskinerie; men ogsaa denne Maskine var sammensat, og dens Virkning beroede ikke paa det frie Svings Love. I Anledning af den nye 8000 Pund vægtige Klokke, der skal ophænges i Frue Kirke, har Prof. Ørsted gjort et Forsøg til at hæve disse Vanskeligheder. Det kom nemlig ganske an paa at give den Hammer, der skal bringe Klokken til at lyde, et frit Sving, det vil sige et Sving, der fornemmeligen beroede paa den Kraft, hvormed et ophængt Legem svinges, naar man giver det et Anstød; det maatte da iøvrigt være ligemeget, om Klokken løb mod Hammeren, eller Hammeren mod Klokken.

Han opnaaede dette ved at ophænge en Ramme, hvis øverste Deel kunde dreie sig om en Axel, uden om Klokken, og i den underste Deel af denne Ramme at anbringe en opstigende Hammer, som ved hvert Sving af Rammen giver Klokken et Slag. Den Klang, som en Klokke paa denne Maade giver, kan ikke skjælnes fra den en Klokke giver ved sædvanlig Ringning; og man kan, ved Anvendelsen af den nye Maade, nøies med een Mand, hvor man før ofte maatte bruge 12 eller flere. Man kan give Ringningen al den Langsomhed man vil, ved at give de lodrette Dele af Rammen den behørig Længde. Det vil heller ikke være vanskeligt at anbringe saadanne Forandringer ved Rammen, at man kunde faae langsommere eller hurtigere Ringning, efter Omstændighederne.

Med denne Forbedring af Ringningen ville adskillige Forbedringer ved Klokkerne lade sig anbringe; maaskee endog deres Skikkelse lade sig saaledes forandre, at man erholdt samme Klang af en langt mindre Metalmasse.

Forf. har formodet, at den her fremsatte simple Tanke maatte ofte være faldet Andre ind, han har imidlertid ikke, hverken ved Eftersøgen eller Efterspørgsel kundet bringe i Erfaring, at man virkelig har havt den.



## FORTSATTE FORSØG OVER LEGEMERNES SAMMEN- TRYKKELIGHED<sup>1</sup>

(VIDENSKABERNES SELSKABS OVERSIGTER. 1827—28. P. 14—17)

**E**tatsraad og Professor *Ørsted*, har i flere Aar efter hinanden, fornemmeligen fra Aaret 1822 af, forelagt Selskabet Udfaldet af de Forsøg han har foretaget over Vædskernes Sammentrykning. Imidlertid havde ogsaa det franske Instituts Videnskabernes Academie henledet andre Physikeres Opmærksomhed paa denne Gjenstand, ved at udsætte en Præmie for den bedste Undersøgelse derover. Da *Ø.* i de senere Aar fortsatte sine Forsøg paa Selskabets Bekostning, vilde det have været upassende, om han havde deltaget i Priisæskningen, hvilket vilde have udkrævet at han skulde tilbageholdt Bekjendtgjørelsen af de udførte Forsøg. Ved hiint berømte Selskabs Opmuntring fremkom da et andet Arbeide, hvis Indhold i det Hele stemmer meget vel med det her foretagne, men hvori de sammentrykkende Kræfters Indflydelse paa det Kar, hvori Sammentrykningen iagttages beregnes paa en Maade, som *Ø.* ikke holder for antagelig. Forfatterne af det franske Priisskrift, *Colladon* og *Sturm* have nemlig i deres Forsøg antaget det Væsentlige i *Ø's* Fremgangsmaade, hvorved det til Undersøgelsen bestemte Vand er indsluttet i en Flaske med haarrørformig Hals, der nedsænkes i Vand, paa hvilket Trykket saaledes udøves, at ikke blot Flaskens Inderside, men ogsaa dens Yderside modtager Trykket. Ved Bedømmelsen af Forsøgene har *Ø.* antaget at den Forandring dette Sammenstød af udvortes og indvortes Tryk frembringer, er saa ringe at den ikke kommer mærkeligt i Betragtning; hvorimod *Colladon* og *Sturm* mene at Flaskens Rumfang ved disse Tryk meget mærkeligt formindskes, saa at Vædskens Sammentrykning er mærkeligt større end den i Forsøget synes. De troe ved deres Forsøg, at have beviist, at Længden af en Glasstang forøges ved en Kraft, der kunde holde Ligevægt mod Atmosfærens Tryk, omtrent 1,1 Milliondeel, og at Flaskens Rumfang ved et Tryk af een Atmosfære formindskes  $3 \times 1,1 = 3,3$  Milliondeel. Ved en Varmegrad, hvor Vandet synes at sammentrykkes 48 Milliondeel ved een Atmosfæres Kraft, skulde det da lide en virkelig Sammentrykning  $= 48 + 3,3 = 51,3$  Milliondele. Denne formeente Berigtigelse erhol-

<sup>1</sup> [Se dette Bind P. 348.]

der en forholdsviis meget stor Indflydelse paa Bedømmelsen af Forsøgene over de mindre sammentrykkelige Vædsker; især gjelder dette om Forsøgene med Qviksølv. Saavel Ø. som de to fremmede Physikere havde faaet Qviksølvs Sammentrykning ved een Atmosphære =  $1\frac{3}{4}$  Milliondele, i det mindste afvige ikke Udfaldene af deres Forsøg mere end  $\frac{1}{50}$  af en Milliondeel fra hinanden. Den foreslagne Berigtigelse vilde derimod give Qviksølvs Sammentrykning =  $5\frac{1}{20}$  Milliondeel. Uagtet det kunde synes at denne Sag lettest lod sig afgjøre mathematisk, er det dog ikke saa. Matematikens Anvendelse paa Naturgjenstande har kun for saavidt nogen Sikkerhed, som man er vis paa slet intet at have overseet i disses Betragtning, hvorom man meget ofte ikke ret overbeviises, førend Forsøget har bekræftet Fornufts slutningerne. Ø. foretrak derfor den experimentale Vei. Dersom en Flaske af Glas under de angivne Omstændigheder skulde formindske sit Rumfang 3,3 Milliondele ved een Atmosphæres Tryk, fordi en Glasstang forlængede sig 1,1 Milliondeel ved Trækningen af en, til dette Tryk, svarende Kraft saa maatte en Blyflaske, under lige Betingelser sammentrække sig 61,44 Milliondele, fordi dets Udtrækkelighed, ved lige Vægt, er 20,48 Milliondele. Men Forsøget viiste det Modsatte; naar Vandet sammentryktes i en Blyflaske, hvis Munding var forsynet med et Glaserør, sank Vandet i Røret lidt mere deri, end om Flasken havde været af Glas, istedet for at det Modsatte efter de to fremmede Experimentatorers Slutningsmaade skulde skeet. I den Overbeviisning, at Forsøg over tvivlsomme Gjenstande bør saa meget muligt gjentages under forandrede Betingelser, gjentog han Forsøgene med Flasker af Tin og af Messing, der begge have større Sammentrykkelighed end Glasset, skjøndt mindre end Blyet. Alle disse Forsøg gave overensstemmende Udfald. Nylig har den berømte Mathematiker *Poisson* søgt at viise at Forandringen i Flaskens Rumfang ikke bør beregnes, som det er skeet af *Colladon* og *Sturm*, men at man kun bør regne Forandringen halv saa stor; men selv denne Beregning, der hidrører fra en saa stor Mathematiker, afgjør endnu ikke en Sag, hvori maaskee Omstændigheder, der hidindtil ikke ere tagne i Betragtning, kunne have Indflydelse.

---



## NOGLE BETRAGTNINGER OVER LEGEMERNES INDVORTES NATUR

---

### FORSØG OVER FREMSTILLING AF STÆRKE MAGNETER

---

(VIDENSKABERNES SELSKABS OVERSIGTER. 1828—29. P. 12—13)

**E**tatsraad *Ørsted*, Ridder af Dannebr. og Dannebrogsm. har forelagt Selskabet nogle Undersøgelser over Legemernes indvortes Natur, især med Hensyn paa Striden mellem det atomistiske og dynamiske System; men da han agter at fortsætte dette Arbejde, ønsker han indtil videre ikke at meddele noget Udtog heraf; da dette vanskeligt vilde give nogen klar Forestilling om Sagen.

*Samme* har ogsaa begyndt en ny Række af electromagnetiske Forsøg, der have til Hensigt at udfinde, hvorvidt man med Fordeel kunde anvende galvaniske Redskaber til at frembringe meget stærke Magneter. Vel har han i den fremskridende Række af sine Forsøg fundet Midler til at magnetisere større og større Stykker Staal; men endnu har han ikke bragt disse Forsøg til den Høide han tilsigter. Blandt de mærkelige Erfaringer, hvorpaa han er stødt, er at en Bøile af blødt Jern, beviklet med overspunden Kobbertraad, og gjort magnetisk ved et stærkt galvanisk Apparat, fastholdt, efter at det var bragt ud af den galvaniske Kjedee, endnu med stor Kraft et Stykke Jern, et saakaldet Anker, der havde forenet dens Ender; men neppe havde den været skilt  $\frac{1}{2}$  Secund derfra, saa var kun et ringe Spor af Tiltrækning tilbage. En Jernbøile, der havde baaren 7 Pund Jern ved sit Anker, medens den var i Kjedeen, bar endnu 2 Pund, efter at den var ude deraf; men ikke engang det lette Jernanker, saasnart det havde været ude af Berøring, endog kun i den korteste Tid, hvori Adskillelse og Gjenberøring lod sig tilveiebringe. Med disse Forsøg forbandt han ogsaa nogle Forsøg over Metaltraades Glødning ved galvanisk Virkning. Det synes af disse at følge, at en, blot af en Zinkplade, en Kobberplade og en fortyndet Syre bestaaende galvanisk Kjedee, medens den er i sin største Virksomhed, lettere bringer en bedreledende end en slettereledende Metaltraad i Glødning, tvertimod det der finder Sted ved mere sammensatte galvaniske Kjedee. Sagen fordrer endnu mange sammenlignende Forsøg, før man tør deraf udlede de vigtige Resultater, der

synes at frembyde sig. Ø. som ved andre Forretninger har været hindret fra disse Arbeiders Fortsættelse, haaber snart igjen at kunne forfølge dem.

---

## ET NYT ELECTROMAGNETISK FORSØG MOD AMPÈRES THEORIE<sup>1</sup>

---

### BETRAGTNINGER OVER FORHOLDET MELLEM LYDEN, LYSET, VARMEN OG ELECTRICITETEN

---

(VIDENSKABERNES SELSKABS OVERSIGTER. 1829—30, P. 22—26)

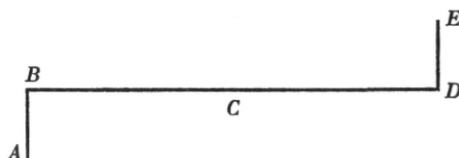
E tatsraad og Professor Ørsted har meddeelt Selskabet et nyt electromagnetisk Forsøg, som han troer uforenelig med *Ampères* Theorie. Det er en gammel Erfaring i Videnskabens Historie, at modsatte Theorier over en Naturvirkning længe kunne vedligeholde sig imod hinanden, uagtet der vel findes Grunde, der burde bestemme Meningerne. I et saadant Tilfælde maa man søge at udfinde et Experiment, der aldeles ikke kan forklares paa to Maader. Standsede man før paa en Korsvei, hvor man var usikker hvilken Retning man videre skulde tage, saa viser et saadant *Experimentum crucis*, som *Baco* kaldte det, den rette Vei. Paa et saadant Punkt kunde man omtrent antage, at Striden stod mellem den Forklaring *Ampère* havde givet over de electromagnetiske Virkninger, og den, Opfinderen har givet. Vel har *Ampères* Theorie ikke beholdt mange Forsvarere uden for Frankrig, og selv der ere Meningerne deelte; men den Mangfoldighed af mathematiske Udviklinger, der gjør det vanskeligt at overskue denne Theorie, har ogsaa hindret mange Physikere i at bestemme dem for en Mening. Som bekjendt antager *Ampère*, at Magnetismen ikke bestaaer i andet end en Samling af smaa electriske Strømme, der gjøre Kredsløb omkring Grunddelene, i Planer, der ere paralelle og gjøre en meget liden Vinkel med Magnetaxen. Den Klygt, hvormed den sindrige franske Mathematiker har vidst efterhaanden at omdanne og udvikle sin Theorie, saaledes, at den lader sig forene med en Mangfoldighed af stridige

---

<sup>1</sup> [Referat i *Okens Isis*. Col. 260—62, Jena 1829.]



Kjendsgjæringer, er mærkværdig; imidlertid troer *Ørsted* dog nu at have fundet en Kjendsgjærning af en saa indlysende Natur, at det skal være vanskeligt at forene den med *Ampères* Theorie. Til dette Forsøg bruges en Magnetnaal af omtrent 4 Tommers Længde, der er bøiet saaledes, at den har en horizontal Deel, i hvis Midte Op-hængningspunktet er, hvorimod den ene Ende er bøiet opad, den anden nedad, som *ABCDE* i vedstaaende Figur. Naar nu en gjen-



nemstrømmet electrisk Leder sættes ligeoverfor den ene Ende af Naalen, f. Ex. *DE* og parallel dermed, saa skulde den efter *Ampères* Theorie ingen Virkning have derpaa; thi efter denne Theorie skulde Lederens Virkning paa Magneten ikke grunde sig paa andet end den Lov, at magnetiske Strømme, naar deres Retninger ere lige, eller ved Kræfternes Opløsning kunne tilbageføres dertil, udøve en Tiltrækning, men naar Retningerne ere modsatte, en Frastødning paa hinanden. Naar derfor Lederen staaer lodret paa alle de Strømme, som Theorien antager i Magneten, maatte den ingen Virkning derpaa frembringe. Derimod maatte den frembringe Virkninger saa snart den bragdes ud af den parallelle Stilling, og drive Naalen til den ene eller den anden Side, alt som den heldede saaledes, at Strømmene enten vilde tiltrække eller frastøde hinanden. Men nu viste Forsøgene, at Lederen drev den ligefor staaende Ende af Naalen til samme Side enten dens Retning var lodret eller heldede til hvilken som helst Side, naar den kun ikke altfor meget nærmede sig den horizontale Stilling. Dette syntes allerede afgjørende, men Forsøget tillader endnu flere lærerige Forandringer. Dreier man Naalen saaledes om Axen af den horizontale Deel, at *AB* kommer opad, men *DE* nedad, saa driver den gennemstrømmede Leder endnu Naalen i samme Retning som før, og det uden at nogen Forandring indtræder, om den bringes til at helde til een af Siderne. Dersom der gaves saadanne Strømme i Magnetnaalen, som *Ampère* antager, saa maatte de være horizontale i *AB* og *DE*, og faae modsat Retning, naar de vendes om, hvorved da ogsaa den lodrette Leders Virkning derpaa maatte vorde den omvendte. Endnu blev

den mulige Tanke tilbage, at den lodrette Leder slet ikke virkede paa den ligeoverfor staaende lodrette Deel af Naalen, men kun paa den horizontale. Endskjøndt en saadan Tanke vel lod sig gjen-drive ved mathematiske Grunde, syntes dog den experimentale Vei her at være den korteste. Paa den horizontale Deel af Naalen befæstedes en anden af samme Længde som denne Deel, men i modsat Retning. Dens magnetiske Kraft var langt større end den som fandtes i den horizontale Deel, hvorom man ved Forsøg let overbeviste sig. Uagtet dette Tillæg, virkede den electriskgjennemstrømmede Leder ligesaadan paa den som før. Denne hele Sum af Experimenter synes uforenelig med *Ampères* Theorie.

Etatsraad *Ørsted* har ligeledes i Selskabet fremsat Betragtninger over Forholdet mellem Lyden, Lyset, Varmen og Electriciteten. Det korte Udtog heraf kan ikke gjøre Fordring paa heelt igjennem at være tydeligt, uden for dem, der allerede tidligere have fulgt Gangen af hans Tanker herover. Foruden de andre vigtige Grunde, der vise at man ikke fra en vis Grundliighed mellem Lyset og Lyden tør slutte til en Farvemusik, gjør han opmærksom paa at Svingningernes Antal i de Lysbølger, der have den største Hastighed, ikke stiger til det dobbelte af dem som have den mindste, med mindre man maaskee vilde sammenligne det prismatiske Farvebilleds dybeste, men svageste Violet med dets mindst synlige Rødt, over hvilke to Farvers Straaler vi ikke have egentlige Maalninger. Det Slægtskab, der findes mellem det sandselige Indtryk af Farvebilledets yderste Røde og yderste Violet, kunde derimod muligen forestilles som Følgen af, at der i dette var 2 Gange saa mange Svingninger som i hiint. Alle Soellysets Farver skulde da staae i samme Forhold til hverandre, som de Toner, der indsluttes i een Octav. Om Lys og Varme gjentager han den allerede af ham for lang Tid siden fremsatte Bemærkning, at de kun ere forskjellige ved en indvortes Svingningshastighed. Dersom altsaa Lyset bestaaer i Æthersvingninger, saa maa Varmen ogsaa bestaae deri. Herved føres han til yderligere at bekræfte sin allerede 1813 fremsatte Mening, at al Varme er Straalevarme, og at den Varme, som kaldes ledet, kun er en indvortes mellem Grunddelene frem- og tilbagestraalende Varme. Heraf fulgte da atter, at naar et Legeme forsættes i en ny Tilstand, hvori den indvortes Varmestraalning gaaer hurtigere, udsender Legemet pludseligt flere Varmestraaler, hvorved Varme vorder fri, men kommer det i en Tilstand, hvori



den indvortes Straalning gaaer langsommere, eller maaskee rettere, finder et større Antal af Hindringer, saa udgiver det ikke saamange Varmestraaler som før, og siges at binde Varme. Endeligen viste han, at man, dersom man nødtes til at antage Lys og Varme som Svingninger i Ætheren, ikke kunde undgaae ogsaa at betragte Electriciteten og Magnetismen som Svingninger; men at Forskjellen mellem de electricke Virkninger og de magnetiske, ikke kunde ligge i Svingningshastighederne alene, men at en væsentlig Forskjel maatte ligge i Svingningsmaaden. Paa Nødvendigheden af at antage indvortes Bevægelser, som ledsagende de chemiske Virkninger, har han allerede før gjort opmærksom. Iøvrigt vilde han ikke have det anseet som aldeles afgjort, at Lyset bestaaer i Ætherens Svingninger; men vilde her kun under Forudsætning, af denne Mening, der i de nyere Tider har vundet saa meget i Sandsynlighed, vise at den indbyrdes Sammenhæng mellem Electricitet, Galvanismus og Magnetismus maa forestilles ligesaa uafbrudt, som i den Theorie der gik ud fra de electricke Kræfter, en Sandhed, hvorpaa han, under en anden Form, allerede havde gjort opmærksom i sine Ansichten der chemischen Naturgesetze, 1812.<sup>1</sup>

---

## ET REDSKAB TIL UDMAALING AF STORE DYBDER I HAVET

---

### EN BEMÆRKNING OM MORGEN OG AFTENRØDE

---

(VIDENSKABERNES SELSKABS OVERSIGTER. 1830—31. P. 31—33)

Som bekjendt har det store Vanskeligheder at udmaale store Dybder i Havet ved Lod og Snor, saasom Touget let antager en ganske anden Stilling end den lige og lodrette. Blandt de Midler, man har foreslaaet til Dybders Maalning, har ogsaa været Luftens Sammentrykning. Allerede i Begyndelsen af forrige Aarhundrede blev dette forsøgt. Den Fremgangsmaade, man dengang anvendte dertil, befandtes ikke fyldestgørende; imidlertid syntes Grundtanken vel værd at udføres paa en anden Maade. Etatsraad og Pro-

---

<sup>1</sup> [Se dette Bind P. 35.]

fessor Ørsted, R. af Dbr. og Dbm., har foreviist Selskabet et meget simpelt Redskab, som synes at kunne tjene til Øiemedet. Man danner sig lettest en Forestilling derom, naar man tænker sig, at man tager en lille Flaske med et tilsmeltet Haarrør til Hals, og bøier denne Hals, nær ved Flasken saaledes om, at den kommer til at gaae nedad parallelt med Flaskens Sider. Dette Redskab sættes i et Cylinderglas med Qviksølv, saaledes at Vandet, naar Redskabet sænkes ned deri, trykker Qviksølvet op i Flasken, i det Luften ved sin Sammentrykkelighed maa give efter. Jo dybere Flasken kommer under Vandet, jo mere sammentrykkes Luften, og desto mere Qviksølv kommer der ind. Naar Redskabet atter trækkes op, udvider den sammentrykte Luft sig paa ny, og gaaer bort; men Qviksølvet, som strax fra først af er faldet ned i Flasken, bliver deri. Vægten eller Maalet af Qviksølvet i Flasken, sammenlignet med det der udkrævedes til at fylde den heelt, angiver da hvormange Gange Luften har været sammentrykt; og derfra slutter man sig da let til Høiden af den trykkende Vandmasse. Da Varmen forandrer Luftens Rumfang, maa et selvbeskrivende Thermometer, helst af Metal, følge med. Da man veed, at Luften udvides 0,00375 ved hver Grad, efter Hundredeels-Thermometret, det opvarmes, og sammentrækker sig ligesaa meget ved Afkøling, saa kan let Varmens Indflydelse beregnes. Fyldte man Redskabet med Vand, istedet for at lade det holde Luft, kunde man faae en meget nøiagtig Bestemmelse af Vandets Sammentrykning paa store Dybder, og siden maaskee bruge Vandets Sammentrykning til Maal ved de meget store Dybder, hvor Luften sammentrykkes til et saa meget lidet Rum, at Feil lettere kunde begaaes. Ved Forsøgene over Vandets Sammentrykning maatte man dog udtænke en Indretning, hvorved Søevandet hindredes fra at snige sig ind mellem Glasrøret og Qviksølvet; hvilket er let at udføre, men ikke let kan gøres tydeligt i en Beskrivelse uden Figur.

Samme har ogsaa forelagt Selskabet en Forklaring over Morgen- og Aftenrøden med de dertilhørende Himmelfarver; men da han i det nyeste Bind af *Brandes Vorlesungen über die Naturlehre*, seer at den berømte Leipziger Professor næsten i Alt er faldet paa samme Forklaring, tilbageholdes den her.



## FORKLARING OVER FARADAYS MAGNETISK-ELECTRISKE OPDAGELSE

---

(VIDENSKABERNES SELSKABS OVERSIGTER. 1831—32. P. 19—21)

**E**tatsraad *Ørsted*, Ridder og Dannebrogsmænd har meddeelt Selskabet sin Forklaring over *Faradays* magnetisk-electriske Opdagelse. Fra den Tid af da Electromagnetismen var opdaget, blev det et naturligt Spørgsmaal, om det ikke ligesaavel maatte være muligt at frembringe Electricitet ved Magnetismen, som Magnetisme ved Electriciteten. Uagtet mange Bestræbelser var dette dog ikke lykket, indtil den engelske Naturgransker *Faraday*, ved Slutningen af forrige Aar, opfandt det rette Middel hertil. Dette bestaaer deri, at man i Nærheden af en god Leder lader Nord- og Sydmagnetisme enten pludseligt forene sig, eller pludseligt adskilles. Herved opstaaer en electrisk Strøm, i en Retning, der staaer lodret paa den magnetiske Virkningslinie; dog er denne Virkning saa svag, at den kun lader sig gjøre kjendelig, naar man lader den samtidigt skee paa mange Punkter af en Leder, hvilket aller lettest skeer, naar man om et Stykke Jern, der kan tjene til et saakaldet Anker ved en Magnet, vikler en Metaltraad ret mange Gange, og sætter denne Traads Endepunkter i Forbindelse med en electromagnetisk Multiplicator. Hver Gang man nu enten anlægger dette Anker mellem de to Poler af en stærk Magnet, eller og skiller det derfra, angiver Multiplicatoren en electrisk Strøm, hvis Retning i de to modsatte Tilfælde ogsaa er modsat. Dette er Grundforsøget, om hvis Forklaring det gjelder. *Ørsted* mener at denne naturligt, og med et Slags Nødvendighed følger af den Grundlov han har opstillet for de electromagnetiske Virkninger. Ifølge denne Lov er enhver electrisk Strøm omgivet af et magnetisk Kredsløb, saaledes at de Planer, hvori disse foregaae, staae lodrette paa Axen af den electriske Strøm. Naar man altsaa frembringer en electrisk Strøm, danner sig, som af sig selv, en Række af magnetiske Kredsløb; de nye Erfaringer vise os nu omvendt, at man ved at frembringe en Række af magnetiske Kredsløb, rundt om en Leder, kan tilveiebringe en electrisk Strøm parallel med Lederens Axe. Retningen af denne electriske Strøm er just den, som man i Medfør heraf maatte erholde, naar man forudsætter, at de Ankeret gennemstrømmende magnetiske Kræfter tiltrække de modsatte i den

omsnoede Leder, saa at Sydmagnetismen i denne tager samme Retning som Nordmagnetismen i hiint, og omvendt Nordmagnetismen i denne følger Sydmagnetismen i hiint. Særdeles lærerigt er det, at en electrisk Leder, ifølge *Ampères* Erfaringer, af en parallel med samme gaaende gennemstrømmet Leder forsættes i en saadan Tilstand, at den viser sig gennemstrømmet i modsat Retning. Dette forstaaes nemlig let, naar man betænker, at det magnetiske Kredsløb i en gennemstrømmet Leder ikke virker fordelende, som den sædvanlige Magnet, men frembringer i nærliggende Gjenstande samme magnetisk Retning, som den der hersker i den virkende Deel selv. Heraf følger da, at den Leder, som lægges parallel med den gennemstrømmede, erholder paa den nærmeste Side samme tangential magnetiske Retning, følgelig paa sin høire Side samme Retning som hersker paa venstre af hiin, eller paa sin nederste Side samme Retning, som hersker paa den øverste af hiin, alt efter Stillingen; men i alle Tilfælde modsatte Omløbsretninger, følgelig ogsaa modsatte electriske Strømme.

Man seer altsaa at det mærkværdige nye Kapitel, hvormed *Faraday* har beriget Electromagnetismen, paa det skønneste sammenknytter sig med den allerede bekjendte Grundlov.

---

## FORTSATTE FORSØG OVER VANDETS SAMMENTRYKNING<sup>1</sup>

---

(VIDENSKABERNES SELSKABS OVERSIGTER. 1832—33. P. 16—20)

**E**tatsraad *Ørsted*, Ridder og Dannebrogsmænd, har endnu fortsat sine Forsøg over Vandets Sammentrykning. Endskjøndt Overensstemmelsen mellem hans Forsøg, og dem som fremmede Physikere siden have udført over samme Gjenstand, ikke efterlod noget Væsentligt at ønske, ere der dog endnu adskillige Punkter i denne Undersøgelse der fortjene fortsat Bearbejdelse. Et af disse er, at Vandet sammentrykkes desto mindre jo høiere dets Varmegrad er. Herover havde vi i Midten af forrige Aarhundrede nogle faa Forsøg af *Canton*, hvilke allerede vare bekræftede ved *Ø's* tidligere Forsøg;

---

<sup>1</sup> [Se dette Bind P. 399.]



men Sammenhængen mellem denne Særegenhed hos Vandet, og de almindeligere Naturlove burde endnu efterspores. Dette har nu Ø. udført i en Række af Forsøg, hvis Talstørrelser ere saadanne, at man kan forstaae deres Afvigelser, naar man antager, at der frembringes en Varmeudvikling  $= \frac{1}{40}^{\circ} \text{C}$ , for hver Atmosphæres Tryk, man anvender paa Vandet. At denne Varme atter forsvinder, naar Trykket ophører, forstaaer sig af sig selv. Da Vandets Udvidelse, for hver ny tilkommende Varmegrad, er meget forskjellig, alt efter den Varmegrad Vandet allerede har, saa indsees let at den ved Sammentrykningen udviklede Varme maa give Udfaldet af Sammentrykningsforsøgene et vist Skin af Uorden. Ved den Varmegrad, hvor Vandet indtager det mindste Rum, udvides det allermindst ved en liden Tilvæxt eller Formindskning i Varmegraden. Ved denne Grad vil altsaa Forsøget give Vandets Sammentrykning næsten uden al mærkelig Indflydelse af den udviklede Varme. Over den Varmegrad, hvorved Vandet indtager sit mindste Rum, ere vel de Bestemmelser, vi have fra forskjellige Experimentatorer ulige, dog komme de alle overeens i at sætte den enten lidet over eller under  $4^{\circ} \text{C}$ , og de fuldendteste Undersøgelser synes at sætte den til  $3,75^{\circ} \text{C}$ . Ved denne Grad giver Forsøgene Vandets Sammentrykning for 1 Atmosphæres Tryk, regnet til 28 Franske Tommer Qviksølv  $= 46,77$  Milliondele af det sammentrykte Vands Rum. Ved  $10^{\circ}$  derimod udvider  $1^{\circ}$  Forhøielse Vandet 84 Milliondele, altsaa giver  $\frac{1}{40}^{\circ}$  omtrent 2 Milliondeels Udvidelse som draget fra 46,77 Milliondeels Sammentrykning, foraarsager at denne kun viser sig omtrent som  $44\frac{3}{4}$  Milliondele. Ved  $16^{\circ} \text{C}$  giver een Grads Forhøielse en Udvidelse af 160 Milliondele altsaa vil  $\frac{1}{40}^{\circ}$  give 4 Milliondele, saa at Vandets tilsyneladende Sammentrykning kun bliver 42,77 Milliondele. Ved  $20^{\circ}$  er denne Formindskning 5 Milliondele, ved  $24^{\circ}$  allerede 6. Ved Afkølingen under  $3,75^{\circ} \text{C}$  udvides, som bekjendt Vandet. Ved  $0^{\circ}$  vil en Opvarmning af  $\frac{1}{40}^{\circ} \text{C}$  frembringe en Sammentrækning af 1,5 Milliondele, saa at den tilsyneladende Sammentrykning her vil være  $46,77 + 1,5$  altsaa over  $48\frac{1}{4}$  Milliondele. En lang Række af Forsøg, hvori de hele Tal, der lette Oversigten, sieldent forekomme, giver helt igjennem Tal, som nærme sig i meget høi Grad til de beregnede.

Tør man antage at Glasset under Sammentrykningen erholder samme Varmeforhøielse, som Vandet og ved Trykkets Ophør atter taber den og sætter man Glassets Længdeudvidelse for  $1^{\circ} \text{C}$  at være

9 Milliondele, den Kubiske altsaa 27 Milld., saa giver  $\frac{1}{40}^0$  C en Forstørrelse af Glasset = 0,675 Milld.; saameget vilde da denne Omstændighed gjøre Vandets tilsyneladende Sammentrykning større end den virkelige: dog ved alle Grader lige meget. Vandets sande Sammentrykning blev da omtrent 46,095 Milliondele for een Atmosphæres Tryk. I Brøken af Milliondelene kan iøvrigt, ifølge Forsøgenes Natur let være Feil af een Tiendedeel, saa at man maaskee gjør rettest i at holde sig til det runde Tal 46 Milliondele.

Denne Forestillingsmaade om Varmens Indflydelse i disse Forsøg bekræftes endnu derved, at Vandets tilsyneladende Sammentrykning blev større i Flasker eller Cylindre af Bly og af Tin, end i Flasker af Glas, og det temmelig nær i Forhold til deres Udvidelighed ved Varmen. Man kunde let tænke sig at Glassets og Metallernes Sammentrykkelighed herpaa kunde have en mærkelig Indflydelse. Man har nemlig troet, at man kunde slutte til Legemernes kubiske Sammentrykkelighed fra den Forlængelse eller Forkortelse en Stang af samme Materie lider, ved at trækkes eller trykkes med en vis Vægt; og man har af saadanne Forsøg villet slutte at Glassets kubiske Sammentrykning ved een Atmosphæres Vægt skulde være 1,65 Milliondele. Efter lignende Forsøg kunde man slutte at Blyets kubiske Sammentrykning maatte være over 30 Milliondele. Ø. havde allerede for nogle Aar siden viist at Vandets Sammentrykning i Flasker af forskjellige Metaller ikke giver Udfald, der svare til saadanne Forudsætninger. Han har nu dertil føiet en ny Klasse af Forsøg. Han benytter hertil en Glas-cylinder, hvis nederste Ende er tilsmeltet, og hvis øverste og aabne Ende modtager en indsleben Prop, som er gjennemboret, og forsynet med et Glasrør, ligesom de Flasker hvori man prøver Vandets Sammentrykning. Naar man nu først har benyttet den til dette Brug, men derpaa udfylder den største Deel af Cylinderen med en Glas- eller Metalmasse, hvis Rumfang man nøie har bestemt ved Veining i Vand, og man udfylder det øvrige Rum med Vand, hvis Vægt bestemmes, saa kan man ved Forsøg af samme Art som de over Vandets Sammentrykning, bestemme det faste Legems; thi man veed hvor megen tilsyneladende Sammentrykning den nærværende Vægt af Vand skulde give, og kan af Forsøgets Udfald da let beregne det faste Legems. Alle disse Forsøg have givet de faste Legemers Sammentrykning saa liden, at man vanskeligt kan skjelne Størrelserne fra de fra Forsøgene uadskillelige Smaafeil.



Det kunde let synes som om disse Forsøg kom i Strid med et mathematisk Bevis — thi den berømte Mathematiker *Poisson* har af Forsøgene over Legemernes efter Længden gaaende Udtræknin- ger eller Sammentrykninger udledet en Formel for den kubiske Sammentrykning, hvoraft man faaer Størrelser, der i visse Tilfælde overgaae 20 til 30 Gange dem Ø's Forsøg have viist — men dette er ingen sand Striid med Mathematiken, men viser ikkun at de Forudsætninger angaaende Legemernes indvortes Beskaffenhed, hvorfra den hædrede franske Mathematiker gik ud, ikke kunne være fuldkomment rigtige.

I disse sine nyeste Forsøg, har Ø. anvendt en forbedret Maade, til at maale den Luftmængde, der anvendes som Kraftmaaler. Indretningen er dannet af et oven lukket Glasrør, som i en vis Afstand fra den lukkede Ende er udtrukket i et snævrere Rør, og hvis aabne Ende har et tilloddet snævert Rør med Maalestok. Den indknebnede Deel af Røret har et Mærke, hvortil den sammentrykte Luft hvergang skal naae, hvilket giver en nøiagtigere Bestemmelse end Iagttagelserne paa et overalt ligevidt Rør. Det nederste Rør med Maalestokken, viser enhver Varmeforandring og enhver mulig Spildning af Luft.

## MAGNETISKE IAGTTAGELSER I KJØBENHAVN

(VIDENSKABERNES SELSKABS OVERSIGTER. 1834—35. P. 16—18)

E tatsraad *H. C. Ørsted*, R. af D. og D. M., har meddeelt Selskabet Udfaldet af de magnetiske Iagttagelser, som ere foretagne her i Kjøbenhavn, efter den af *Gauss* opfundne Iagttagelsesmaade. Som bekjendt afviger denne ganske fra de ældre Fremgangsmaader. Istedetfor at man ellers benyttede en let Naal, anvender han en stor Magnetstang, 2 Fod lang, 2 Tommer bred og næsten  $\frac{1}{3}$  Tomme tyk saa at Vægten bliver 4 Pund. Ja *Gauss* har endog med Held benyttet en Magnetstang paa 25 Pund. Magnetstangen ophænges i sammenlagte Silkeormespind, eller endog i en Metaltraad. Disse Magnetstængers store Vægt sætter dem istand til at modstaae temmelig vel Lufttræk, hvorfra de dog videre beskyttes ved at hænge i en Kasse, hvis Laag oven har et lidet rundt Hul, for den bærende Traad, og foran et større firkantet for Iagttagelserne. Paa den ene Ende bærer Magnetstangen et Speil, som staaer lodret paa dets Axe.

I dette spiller sig en horizontal Maalestok, som er opstillet henimod 20 Fod derfra, og Billedet betragtes gennem en Kikkert, som er opstillet over Maalestokken. For hver Vinkelforandring Magnetstangen lider, fremstiller sig en dobbelt Vinkelforandring i Speilet, hvilken bedømmes af det paa Maalestokken anbragte Tal, der giver Tangenten til Magnetaxens dobbelte Afvigningsvinkel fra den oprindelige Stilling. Da Radius i den Cirkelbue, hvortil Tangenten hører, er henved 20 Fod, er man saaledes istand til at maale meget fine Forskjelligheder i Afvigningen; man naaer endog til enkelte Secunder, medens det berømte *Gambayske*<sup>1</sup> Declinatorium ikkun giver en Nøiagtighed af 8 Secunder.

Ved Kongelig Gavnildhed sattes *Ørsted* istand til i Sommerferien 1834 at besøge Göttingen, og der ikke allene at see *Gauss's* Apparater og Iagttagelsesmaade, men ogsaa at gjøre de nødvendige Anskaffelser. Derpaa blev i den polytechniske Lærestalts Locale optømt et magnetisk Observatorium, hvori der daglig iagttages 3 Gange, for det meste af Lærestaltens forhenværende eller nuværende Elever.

Den vigtige Forbedring, *Gauss* saaledes har indført i de magnetiske Iagttagelser, har givet Anledning til en af *Humboldt* først begyndt Forening, om at gjøre magnetiske Iagttagelser paa mangfoldige Steder paa samme Tid, har faaet en stor Udvidelse. Det forstaaer sig at det Kjøbenhavnske magnetiske Observatorium ikke forsømte at deeltage i denne Forening. Herved erholdtes strax ved de første Iagttagelser et udmærket Resultat. Det var aftalt, at man skulde gjøre Iagttagelser paa mangfoldige Steder den 5te og 6te November f. A., men ved en Forandring i Aftalerne skeete kun Iagttagelser i Kjøbenhavn og i Mailand, hvor man forsilde blev underrettet om Forandringen. Men denne tilsyneladende Tids-spilde var et Held. Magnetnaalen viiste sig paa begge Steder ganske urolig; og Forandringerne havde en saa stor Lighed, at de graphiske Fremstillinger deraf lignede hinanden, som to Tegninger af samme Kyst.

Ø. kan ikke noksom rose den Iver, hvormed han i hine aftalte Iagttagelser, som udfordre vedholdende Nærværelse af Iagttagere Dag og Nat, er bleven understøttet, ei blot af Polytechnikerne, men ogsaa af Videnskabsmænd ved Universitetet og af videnskabelige Officierer af begge Etaterne.

<sup>1</sup> [o: Gambey.]



## NYE FORSØG OVER DEN ELECTRISKE KJÆDEVIRKNING

---

(VIDENSKABERNES SELSKABS OVERSIGTER. 1835—36. P. 26—29)

**E**tatsraad Ørsted, Com. af Db. og Dbmd., har forelagt Selskabet nogle nye Forsøg over den elektriske Kjædevirkning. Som bekjendt har *Faraday* i sin berømte Række af Afhandlinger over Elektricitet og Magnetisme meddeelt endeel Forsøg, hvori den elektriske Kjædes magnetiske Virkninger stode i det nøieste Forhold til de deri foregaaede Iltninger. At dette Forhold virkelig finder Sted i de Forsøg den engelske Physiker har meddeelt, kan ikke nægtes; men der gives andre Forsøg, som have et aldeles modsat Udfald. *Berzelius* havde allerede tidligere viist, at en Voltaisk Indretning af Zink, Salpeteropløsning, Salpetersyre, Kobber — Zink Salpeteropløsning, Salpetersyre, Kobber, og saaledes flere Gange gjentaget, giver den elektriske Strøm med samme Retning, som om der blot havde været een Vædske mellem Zinken og Kobberet, uagtet det i det ene Tilfælde er Kobberet der ilter sig, i det andet Zinken. Endskjøndt Forsøg udført med al den Indsigt og Nøiagtighed, som man er vant til hos *Berzelius*, er tilstrækkeligt til at vise at man ikke af hine *Faradayske* Forsøg tør uddrage en almindelig Lov, saa syntes det dog at være gavnlig at udvide *Berzelius's* Forsøg. Ø. begyndte med en Gjentakelse endskjøndt han allerede oftere havde viist dem i sine Forelæsninger. Han benyttede hertil Glasrør, bøiede som et latinsk U, og hvis nederste Deel fyldtes med Sand, men den ene af Rørets to Grene med Salpeteropløsning, den anden med Salpetersyre. Vædskerne forbandtes med sammenføjede smalle Strimler af Zink og Kobber, saaledes at Kobberet kom i Salpetersyren, Zinken i Salpeteropløsningen. Forsøgene skeete snart med 6, snart med 8 Rør. Saavel den elektromagnetiske Virkning som den chemiske viiste, at den elektriske Strøm gik fra Zinken til Vædsken, og fra Vædsken til Kobberet. Imidlertid opløstes Kobberet meget kjendeligt i Salpetersyren, men Zinken forandrede meget lidet, næsten umærkeligt. Endskjøndt ingen Veining var fornøden, for at være vis herpaa, foretoges den dog; og der fandtes at Kobberstrimlerne havde tabt mange hundrede gange mere i Vægt end Zinken. I et Forsøg havde Kobberet tabt 3,92 Gram, Zinken ikke uden 0,005 Gram.

Saavidt ere Forsøgene kun en Gjentakelse af *Berzelius's*. Men

det syntes værdt at undersøge hvorvidt Syrens Virkning paa Metallet maaskee kunde frembringe en egen elektrisk Strøm. Han forbandt derfor Vædskerne ved en Bøile af eet eneste Metal, undertiden med Zink, undertiden med Kobber. Ogsaa her gik den elektriske Strøm fra den iltende Syre til Metallet, og ikke omvendt, som man havde maattet vente, naar man antog at Iltningen var Aarsagen til den elektriske Strøm. Den chemiske Virkning, som ene kunde mærkes ved Jodpapiir, var her meget svag, men antydede samme Retning af den elektriske Strøm som Multiplicator.

For at gjøre Forsøgene hurtigere, og derved faae Leilighed til at give dem flere Afvexlinger, foretoges Forsøg med enkelte Kjæder. Man forbandt da hver af Multiplicatortraadene med een af de Metalstrimler, som skulde anvendes, og dyppede hver af disse Strimler i een af de to Vædsker som det bøiede Rør indeholdt. Ogsaa her gik Strømmen fra den iltende Vædske til Metallet, naar den ene Strimmel dyppedes i Salpetersyren, den anden i Salpeteropløsningen; og dette skeete saavel naar den som bragtes i Syren var Kobber og den i Opløsningen Zink, eller omvendt, eller naar begge vare Kobber, eller Zink eller Platin. Samme Udfald erholdtes med to tykke Jerntraade. Det gjorde heller ingen Forandring i dette Udfald, naar man istedet for Salpeteropløsningen satte en anden Saltopløsning, f. Ex. af Chlornatrium eller Svovelsurt Natron. Kongevand, Chlorvand, Chlorsyre satte istedetfor Salpetersyren, gjorde heller ingen Forandring i Udfaldet. De samme Forsøg gjentoges ogsaa med fortyndet Svovlsyre og med Chlorbrintesyre istedet for Salpetersyren, og i det Hele med samme Udfald; men Virkningerne ere her langt svagere og frembyde flere Forviklinger.



## OVER SKYPOMPEN<sup>1</sup>

(VIDENSKABERNES SELSKABS OVERSIGTER 1836—37. P. 14-17)

Etatsraad Ørsted har forelagt Selskabet en Afhandling over Skypompen. Efter at have fremstillet Hovedindholdet af alle de Iagttagelser herover, som han har kunnet samle, viser han at de alle lade sig udlede af en Hvirvelbevægelse i Luften. Denne Mening har vel allerede tidligere været fremført, nemlig af *Muschenbroek*; men denne Physiker havde udledet Hvirvelens Oprindelse af en Aarsag, som almindeligviis ikke er tilstede. Han antog nemlig at Lufthvirvelen skulde frembringes ved to parallelle men modsatte Luftstrømme, i Nærheden af Jordens Overflade, ved hvilke den mellemliggende stille Luft skulde sættes i en omdreieude Bevægelse. Men Erfaringen viser, at disse Hvirvler meget ofte, ja man kan sige som oftest opstaae i en stille Luft, hvor hine modsatte Luftstrømme ganske savnes. Hans Theorie kunde derfor ikke bestaae; men i de hundrede Aar, som siden ere forløbne, har man, ved denne i sig selv rigtige Forkastelsesdom, altfor meget ladet sig lede bort fra det rette Spor. I det man med *Muschenbroek* søgte Aarsagen til Skypompen i de lavere Luftegne, maatte man nægte Tilstedeværelsen af de modsatte Luftstrømme, som skulde frembringe Hvirvlen. Der gaves imidlertid mange Kjendsgjerninger, som syntes at sætte Skypompens Oprindelse ganske i Jordens Nærhed. Man havde ofte bemærket Støvhvirvler i Jordens Nærhed, og endnu mere iøinefaldende havde man bemærket opstigende Vandsøiler paa Havet, førend man endnu bemærkede nogen Skytragt derover. Paa den anden Side var det dog aabenbart, at ei blot Skytragten, men ogsaa den Hagel, den Regn, den Torden, som man saa sædvanligt bemærker derved, henvise paa en stor Virksomhed i de høiere Luftegne. Ørsted gjør den Bemærkning, at det meget vel lader sig tænke, at Skypompen bestaaer i en Lufthvirvel, som begynder nogle Tusinde Fod over Havets Overflade, og derfra udbreder sig ned ad Lufthvirvlen selv sees ikke, saalænge den ikke omfatter synlige

<sup>1</sup> [En større Afhandling med samme Emne blev skrevet 1837, oversat og trykt i: *Schumachers Astronomisches Jahrbuch für 1838*. P. 228-54. Stuttgart u. Tübingen; derfra oversat paa Engelsk i: *Edinburgher New Phil. Journal*. Vol. 27. P. 52-71. 1839, og i *Sillimans Journal*. Vol. 37. P. 250-67. New Haven 1839; paa Fransk i: *Bibl. Universelle*. Tome 23. P. 145-56. Genève 1839. Først 1842 blev Afhandlingen trykt paa Dansk i: *Dansk Folkekalender*. Kjøbenhavn 1842 og derefter i: *Samlede og efterladte Skrifter af H. C. Ørsted*. Bd. 8. P. 33-55. Kjøbenhavn 1852.]

Dele det være sig Skyer, Støv eller Vand. Har denne Skyhvirvel ikke truffen paa kjendelige Skyer, førend den naaer Jorden eller Havets Overflade, saa synes det for den blotte Iagtlager, som om Skypompen tog sin Begyndelse nedenfra. Det samme vil skee, naar Lufthvirvlens Axe har en meget skraa Stilling mod Jorden. Den med Sagens Natur ubekjendte vil da ikke sætte den tilhørende Sky-masse i Forbindelse med den bevægede Masse hernede, mellem hvilke han ingen Sammenhæng seer. Betragter man derimod Skypompen som en stor sammenhængende Lufthvirvel, saa forstaaer man deraf let alle Særsynene derved. Den midtpunktflyende Kraft i Hvirvlen maa drive Luften bort fra Axen, saa at der i dens Nærhed maa fremkomme en stor Luftfortynding. Baade oven og neden fra vil Luften strømme til for at udfylde det mere eller mindre udtømte Rum. Som oftest indeholder den øverste Deel en Skymasse, som saaledes synker ned i Midten, og herved faaer en tragtagtig Skikkelse. Men ofte synker der endog en lang Sky- eller Taagestribe langs ned med Axen. Naar den nederste Deel af Lufthvirvlen ikke rører Jorden, maa Luften fra alle Sider strømme til, og stige op langs med Axen, indtil den standses af den nedsynkende Luft; men naar Lufthvirvlen naaer Jorden eller Vandspeilet, maa den tilstrømmende Luft efter Omstændighederne drive Støvdele eller Vand op i det Indre, og altsaa frembringe en Støvsøtte, eller en Vandstøtte. Ved den midtpunktflyende Kraft ville de Dele af Jorden eller Vandet, som ere længst fra Axen slynges udad, og da de finde Modstand saavel i den lige udgaaende horizontale Retning som nedenfra, saa maae disse Dele faae en ikke blot udadgaaende, men tillige opstigende Bevægelse. Man har derfor seet Omkredsen af Skypompens nederste Deel paa Havet tage Skikkelse af en omvendt Skaal, dannet af Vand.

I Skypompen seer man ofte Skruegange, og det ikke sjeldent nogle som ere dreiede til Høire, medens andre ere dreiede til Venstre. Dette hidrører derfra at baade de Dele, som stige opad deri og de som atter falde ned, deeltage i Omdreiningsbevægelsen. Vel drives de alle til samme Side; men de, som stige op og f. Ex. dreie sig til Høire, have aabenbar en Retning, som krydser den et nedstigende Legeme har, naar det drives til samme Side.

Den Sugkraft, som Skypompen efter det Foregaaende maae have, frembringer ofte meget store Virkninger. Man har seet Døre og Vinduer derved sprængte ud ad, ja Lagener, Lommetørklæder



o. dl. stoppede ind i Revner i ligeover for hinanden staaende Vægge af en Stue. Hvor en Skypompe har staaet en kort Tid oven over et Sted, uden umiddelbart at berøre Jorden, har man seet den oprykke eller omstyrte Træer, saaledes at deres Toppe vare vendte hen mod Midten af det Sted, hvorover den har staaet. Flere lignende Iagttagelser kunne kun berettes i den omstændelige Afhandling.

Den Luft, som trænger ind ovenfra, maa tildeels komme fra meget høitliggende Luftegne, og derved indføre en meget koldere Luft i Skyen. Herved vil en stor Mængde Vanddampe fortættes, og tildeels fryse. Ved Bevægelsen ville mange af disse frosne Dele afvejlende komme i Berøring med Dampe, der kunne give dem nyt Overtræk af Vædske, og atter med kold Luft, hvori dette Overtræk kan stivne. Saaledes ville der danne sig Korn af mange concentriske Iishinder, med andre Ord: Hagel, just saaledes som de vise sig i Virkeligheden. Er den ovenfra kommende Luft ikke kold nok for at danne Hagel, eller kan den lavere Luft afgive Varme nok til at smelte Hagelkornene, dannes meget store Regndraaber.

Enhver hurtig Dampfartætning frembringer stærk Elektricitet, og deraf forstaaes de Lyn og den Torden, som ofte ledsager Skypompen.

Ø. mener, at de store Hagelbyger, som paa mange Steder og navnlig i Frankrig og det sydlige Tydskland ofte ødelægge et langt men smalt Landstrøg, vel kunde betragtes som Følger af en Skypompe, hvis Fod er i de lavere Skyer, og som maaskee rækker op til en betydelig Høide. Han troer ligeledes at der kan gives Luft-hvirvler, som enten ere horizontale, eller nær denne Stilling, og troer at denne Tanke nærmere burde prøves ved Iagttagelser.

Ø. tilstaaer at han med alt dette ikke har angivet Grundaarsagen til Skypompen, nemlig Hvirvlens Aarsag; thi dertil hørte, at man enten maatte vise at der havde været modsatte parallelle Strømme i de høiere Luftegne over de Steder, hvor Skypompens Dannelse begynder, eller man maatte angive nogen anden Aarsag dertil; men han troer, at man hellere maa nøies med at vise den inderlige Sammenhæng mellem alle Naturbegivenhedens enkelte Særsyn, end opstille uhjemlede Formodninger. Derimod bemærker han, at det ikke blot er sandsynligt, at der kan gives Lufthvirvler i de høiere Luftegne, men at man endog har en umiddelbar Erfaring derom, idet nemlig et Luftskeib, som opsteg 1784 i Nærheden af Paris, kom i en saadan, og derved blev sat i den yderste Fare.

---

## TALE TIL KONG CHRISTIAN VIII<sup>1</sup>

(VIDENSKABERNES SELSKABS OVERSIGTER. 1839. P. 2—4)

### ALLERNAADIGSTE KONGE!

**D**er er tilfaldet mig det ærefulde Hverv, idag at være Ordfører for tre Indretninger, som alle ere helligede Videnskaberne: Deres Majestæts Videnskabernes Selskab, Selskabet for Naturlærens Udbredelse og den polytechniske Læreanstalt.

Deres Majestæt deler Selv med hele det danske Folk den dybe Smerte, som opvæktes ved Deres høie Forgængers Bortkaldelse. Vi kunne ikke andet end være gennemtrængte af de samme Følelser. Mindet om den milde, retfærdige, for Folkets Vel utrætteligt virksomme Landsfader, og om alle de Fremskridt i Borgerfrihed og Oplysning, som skete under hans mangeaarige Styrelse, vil stedse leve i skjønne Hjerter, og bevares uforgængeligt i Historiens Vidnesbyrd. Men disse Følelser kunne ikke neddæmpe de glade Forhaabninger, hvormed vi hilse Deres Majestæts Tronbestigelse. Det nu snart hundredeaarige Selskab, hvis ældste Medlem og Secretair jeg har den Ære at være, som stiftedes, vedligeholdtes og udvidedes ved kongelig Gavmildhed, havde allerede den Fyrste meget at takke, som nu er bleven vor Konge. Ikke blot den udmærkede Ære, at turde vælge Tronens Arving til sin Præsident, men endnu meget mere den stadige Opmærksomhed, De skjænkede dets Forretninger, den Orden, den Virksomhed, den Forbedringsaand som De deri fremmede, og de Fordele, en saa ophøiet Forstanders Stilling tilveiebragte det, maatte være os lige dyrebare, saavel ved den umiddelbare Virkning, som for de Forsikkringer, deri indeholdtes for Fremtiden.

Selskabet for Naturlærens Udbredelse, hvortil fædrelandssindede Videnskabsvenner saa beredvilligt sammentraadte, efter en Opfordring, som jeg havde vovet at lade udgaae, nød allerede, medens det dannedes, ikke blot, høie Fyrste! Deres Understøttelse, men De værdigedes ogsaa at deeltage i Raadslagningerne om dets Indretning, og siden at føre Forsædet i dets Forsamlinger, og det ikke uden gavnlig Indflydelse paa dets hele Virksomhed.

---

<sup>1</sup> [Findes ogsaa i: Samlede og efterladte Skrifter af H. C. Ørsted. Bd. 8. P. 21—26. Kjøbenhavn 1852.]



Den polytechniske Læreanstalt, i hvis Navn jeg, som Directeur, har den Ære at tale, har vel ikke havt den Lykke at modtage en ligesaa umiddelbar Indvirkning; men har dog ikke savnet Beviser paa en lige Velvillie. Desuden tør den vel holde sig forvisset om, at Deres Majestæt vil beskytte og fremme en Indretning, der er bestemt til at danne Dyrkere af Videnskaber, hvoraf De er en saa udmærket Kjender, og til at udbrede Videnskabernes Lys over Kunstflid og Næringsbrug, som De har viist at De vil beskytte.

Dog, vor Tanke bliver ikke staaende herved. Vi vilde ikke med sand frimodig Glæde kunne fremføre vore Lykønskninger, dersom det udelukkende var som Videnskabernes Ven, vi satte vort Haab til Deres Majestæt. Havde vi fattet en saa indskrænket Anskuelse, maatte vi endog ansees for at savne Sandsen for Videnskabernes inderlige og mangfoldige Sammenhæng med Livet. Nei, vi vide, og erkjende det med Glæde, at Deres Majestæt ikke udelukkende vil være Videnskabsmandens eller Kunstnerens, eller Krigerens eller nogen enkelt Borgerklasses Konge; men at De omfatter alle Livets mangfoldige Forhold med deres Omhu.

Vi leve i en stor og mærkelig Tidsalder, fuld af Farer, truende Farer, baade for Folk og Fyrster. I Aarhundredernes Række have nye Kræfter udviklet sig, Oplysning og Hjælpemidler have ikke blot i en uhyre Grad formeret sig, men ogsaa taget nye Retninger, saa at de true voldsomt at sprænge de gamle Former, dersom ikke en viis og fredelig Omdannelse forebygger saadanne borgerlige Rystelser, hvis Ende, om de fik Overhaand, maaskee ingen Nulevende turde haabe at see. Det er os en stor og tillidindgydende Tanke, at Deres Majestæt har deeltaget i denne Tidsalders Dannelse, og at De allerede paa mere end een Maade har givet Borgen, for at De er indviet deri. Vi stole derfor ikke blot paa den Indsigt i Forretninger, den Iver for disses raske og velordnede Gang, den Evne til at sætte alt dette i Bevægelse, som Tronens Arving alt saa ofte viste; men vi glæde os end mere ved at Deres Majestæt bringer med paa Tronen vor Tidsalders udvidede, frisindige Ideer, forbundne med et stort i Erfaringens Skole modnet Overblik over Verden.

Deres Majestæt vilde sikkert ikke tiltroe os, at det skulde være pludselige, sønderbrydende Forandringer, vi ventede af Deres Regjering; vi have tvertimod det sikre Haab, at de store, indgribende Forbedringer, hvortil Tidsalderens raske Gang opfordrer, ville af

Deres Majestæts fra al Ængstelighed fjerne Aand paa eengang med Kraft vorde paaskyndede og med viis Forsigtighed ledede.

I det jeg havde den Ære at staae for min Konge i dette høitidelige Øieblik, holdt jeg det for min Pligt at udtale dette Folkets tillidsfulde Haab, ikke som noget Deres Majestæt nyt eller lidet bekjendt; men det er Fædrelandskjerlighedens Trang at udtale sig, og Statens friske Liv trives, hvor Kongen bestandig har en levende nærværende Overbeviisning om at hans store og gode Forsætter have Rodfæste i Folkets Hjerte, og hvor Folkets Kjerlighed stedse næres ved Overbeviisningen om Kongens Kraft og gode Villie. Da de Ord, som tales i Kongernes høie Sale, i vore Tider gjenlyde til de fjerneste Hytter, vil ogsaa det, som her er talt, være et Bidrag, om end nok saa ringe, til at oplive og vedligeholde den Kjerlighed mellem Folk og Konge, som er det danske Folks gamle Natur.

Vi nedbede Guds Bistand og rige Velsignelse over Deres Majestæt og vort elskede Fødeland, som De kaldtes til at styre.

---

## OM HAARRØRSVIRKNING<sup>1</sup>

---

### ET NYT VÆGTSTANGSELECTROMETER<sup>2</sup>

---

(VIDENSKABERNES SELSKABS OVERSIGTER. 1840. P. 22—24.)

Den experimentale Undersøgelse over Haarrørsvirkningerne har hidindtil været indskrænket inden meget snævre Grændser, da man næsten udelukkende maatte benytte sig af Rør eller Plader af Glas; uagtet det vilde være vigtigt at kunne prøve Haarrørsvirkingen med Hensyn paa uigjennemsigtige Legemer og navnlig paa Metallerne. Conferentsraad *H. C. Ørsted* har foreslaaet en Fremgangsmaade, hvorefter denne Indskrænkning bortfalder. Han gaaer ud fra den Sætning, at den Høide, hvortil et Haarrør hæver en Vædske, kun beroer paa Vidden af Røret paa det Sted, hvortil Vædskens Overflade hæves, og aldeles ikke paa Vidden af Rørets lavere beliggende Dele. Han bruger da til Undersøgelsen et vidt Glasrør, hvis øverste Munding dækkes med en gjennemboret Plade

<sup>1</sup> [Se dette Bind P. 413.]

<sup>2</sup> [Se dette Bind P. 411.]



af det Legeme, hvis Haarrørvirkning skal prøves. Naar man tænker sig et saadant Glasrør, dækket med den gjennemborede Plade og fyldt med en Vædske, stillet med sin aabne Munding i en Vædske af samme Art, saa vil det ved Dækpladens Borning dannede Hul være Sædet for den Haarrørskraft, som holder Vædsken indeni Røret høiere end udenfor. Ved efterhaanden at udtømme den udenfor staaende Vædske, kan man da træffe et Punkt, hvor Haarrørskraften ikke længere kan bære Vædskesøilen i Røret. Afstanden mellem Dækpladen og Vædsken udenfor i Adskillelsens Øieblik er da Maalet for Haarrørskraften i det givne Tilfælde. Man seer let, at dette Slags Forsøg kunne udføres paa forskjellige Maader. Ø. har fundet det beqvemmest at afvige fra denne, for den første Tanke naturligste Indretning, saaledes at han lader Røret ombøies for neden, og staae i Samqvem med et andet Rør, hvori Vædskens Overflade ikke staaer under nogen mærkelig Indflydelse af Haarrørskraften. Men disse to Rør sætter han endnu i Samqvem med et tredie, hvori han ved et Slags Stempel kan faae Vædsken til at stige og falde. Hele Indretningen bestaaer da af 3 samqvemhavende Rør: det med gjennemboret Dækplade, hvilket er lavere end de andre: Sammenligningsrøret, hvori man seer hvor høit Vædsken vilde staae uden Haarrørskraft: Stempelrøret, hvorved man nøder Vædsken til at stige eller falde i Sammenligningsrøret. Man begynder ordentligviis, efter at man har lagt Dækpladen paa det første Rør, at drive Vædsken opad, saa at den trænger frem igjennem dennes snævre Aabning. Den Kraft, som hindrer Vædsken fra at løbe over, kan maales ved Høiden af den Vandsøile, som hæves i Sammenligningsrøret. Naar man derpaa lader Vædsken i Sammenligningsrøret synke, vil Vædsken i Dækpladens Aabning sænke sig, og i det Øieblik, da Vædsken vil rive sig løs derfra, hænger den ved denne Aabnings nederste Rand. Det forstaaer sig at Dækpladens Tykkelse saavel som dens Aabning er nøiagtigt maalt, og at man har en Maaleindretning til at bestemme Vædskens Stigen og Falden i Sammenligningsrøret. Stempelindretningen bestaaer blot i en lukket Glascylinder, som med Lethed kan sænkes og hæves i det Rør, hvori det bevæger sig, og derved forandre Vædskens Høide. Endnu har Ø. ikke havt Leilighed til at udføre ret talrige Forsøg efter denne Fremgangsmaade; dog har han udført et nogenlunde stort Antal af Forsøg med Vand og med Qviksølv, og derved brugt Aabninger af

temmelig ulige Diametre, saavelsom Dækplader af forskjellige Stoffer, navnlig Metaller og Glas. Lige Aabninger i Dækplader af amalgameret Kobber og af Glas hævede Vandet til lige Høide. Qviksølvet hævedes ved gjennemborede Dækplader af amalgameret Kobber omtrent  $\frac{3}{4}$  saa høit som Vand, hvoraf dog følger at Haarrørskraften bærer over 10 Gange saa stor Vægt af Qviksølv som af Vand. Da Ø. ikke for det første vil faae Leilighed til at gjøre alle de Anvendelser af den nye Fremgangsmaade, som han havde tilsigtet, vilde det være ham kjært at see den benyttet af andre Physikere. Ø. havde allerede udtænkt den her beskrevne Indretning for to Aar siden, og viste i Aaret 1839 Forsøg dermed ved den Skandinaviske Naturforskerforsamling i Götheborg. Men Redskabet var dengang endnu ikke bragt til den behørige Fuldkommenhed. I den Kjøbenhavnske Forsamling 1840 viste han to forskjellige nye Udførelser af samme Instrument, et for Vand og et andet for Qviksølv, som dog ikke i de væsentligere Dele vare forskjellige. Begge disse har han ogsaa foreviist i Vid. Selskab.

Ø. har ligeledes foreviist Selskabet en ny Indretning af Vægtstangelektrometeret, bestemt for meget svage Elektricitetsgrader. Vægtstangen bestaaer i en tynd Messingtraad, ophængt i Silkeormespind. For at give den en mere bestemt Retningskraft end den, som den kan erholde af den enkelte Silketraads Snoningskraft, har man dannet den Bøile, hvorved den fæstes til Silkeormespindet, af en fiin Staaltraad, som man har givet en ganske svag Magnetisme. Vægtstangen hænger i en Glascylinder, gennem hvis Laag gaaer en Metalbøile, isoleret fra dette ved Gummilak og Glasrør, og hvis Ender komme saaledes i Berøring med Vægtstangens, at den ene berører den paa høire Side, medens den anden berører den paa venstre. Idet altsaa Metalbøilen modtager Elektricitet, gaaer denne tillige over i Vægtstangen og frembringer en Dreining. Naar den magnetiske Retningskraft er saa ringe, at den neppe er mærkelig, viser dette Elektrometer en overordentlig Fiinhed. For at opdage meget svage elektriske Virkninger meddeler man det først en Elektricitet, som dreier Vægtstangen nogle Grader. Et Legeme, som har samme Slags Elektricitet, frembringer da, naar det nærmes, en meget betydelig Forøgelse i Afvigningen. Den Elektricitet, som isolerede Zink- og Kobberplader vise efter Berøring og Adskillelse, bliver paa denne Maade meget kjendelig, uden Hjælp af Conden-



sator. Man forøger endnu Letheden i at see, endog de mindste Grader, ved at betragte Vægtstangens ene Spids igjennem et Mikroskop, hvori et lodret Silkeormespind er anbragt.

---

## OM GROVES ELEMENT

---

(VIDENSKABERNES SELSKABS OVERSIGTER, 1841, P. 21—22.)

Som bekjendt ere Midlerne til Galvanismens Frembringelse i de senere Aar blevne betydeligt forbedrede. Blandt andet har den af Englænderen *Grove* udtænkte Sammenstilling af Platin, Salpetersyre, fortyndet Svovlsyre, Zink, med rette fundet Bifald, og op-hører ikke at udgjøre et vigtigt Fremskridt, om man end skulde finde Grund til, ifølge et senere Forslag at sætte Kul i Platinets Sted. En stor Hindring for den almindelige Brug af *Groves* Apparat var Platinets Kostbarhed. Saasnart Opfindelsen her var bleven prøvet i det smaa, var derfor Conferentsraad *Ørsted* betænkt paa at give Apparatet en saadan Indretning, at en liden Masse af det kostbare Platin kunde udbredes paa en stor Overflade. Af platinerede Metaller turde man ikke love sig Meget; da enhver nok saa liden Aabning i Platinovertrækket vilde tillade Salpetersyren at angribe Metallet derunder. Han valgte derfor platinerede Porcelaincylindre, hvilke bleve forfærdigede i vor Porcelainfabrik med al ønskelig Fuldkommenhed. De porøse Leerkar, ved hvilke Salpetersyren holdtes skilt fra Svovelsyren, uden dog at sættes udenfor ledende Forbindelse dermed, erholdtes fra samme Fabrik. Apparatets Virkning var ganske, som det var forudsat, og har meget lettet Udbredelsen af den *Groviske* Opfindelse baade her, og paa adskillige Steder i de tilgrænsende Lande.

---

## ANVENDELSER AF GALVANISK METALUDFÆLDNING

---

### FORSLAG TIL UNDERSØGELSE AF EBBE OG FLOD

---

(VIDENSKABERNES SELSKABS OVERSIGTER. 1842. P. 5—9.)

*Mødet den 21de Januar.*

Conferentsraad *Ørsted* meddeelte Selskabet en med Forsøg ledsaget Beretning om den galvaniske Kunst, at overtrække et Metal med et andet. De Tilfælde, hvori der skeer en Overgang fra videnskabelige Grundsætninger til fuldt brugbare Anvendelser, bemærkede han, blive bestandigt mere og mere hyppige. De ere, saavel i Henseende til Menneskesamfundets som Videnskabernes Historie, Begivenheder, hvis Vigtighed altfor ofte oversees. I Menneskeslægtens Historie ere de ikke blot vigtige formedelst de nye Hjælpkilder, de aabne, men ogsaa for den Tænksomhed de opvække blandt Næringsbrugerne, og for den Forædling det daglige Liv som oftest derved erholder. For Videnskaben ere de ikke blot en ærefuldt vunden Seier, men de ere baade en Bestyrkelse og Berigelse. Dette vil man især føle, naar man ret tager i Overveielse, hvormeget de Opdagelser, som skulle gjøre sig gjeldende i det praktiske Liv, virke tilbage paa Videnskaben selv, dels ved at henvise paa mangfoldige Ufuldstændigheder, som man ikke tør lade vedblive, dels ved at give en stor Sikkerhed i Adskilligt, som før endnu kunde betragtes med nogen Tvivl.

Den Kunst, hvorum han her skulde tale, syntes ham at give en rig Anledning til saadanne Betragtninger. Den beroer paa den galvaniske Metaludskilning, paa hvilken ogsaa Galvanoplastiken beroer. Begge disse Kunster ere nye, men love en hurtig Udvikling. At man ved et Metal, under visse Betingelser, kan udskille et andet af dets Opløsning var længe bekjendt. At denne Virkning hænger sammen med den galvaniske, og just ved en galvanisk Sammenstilling mægtigt kan befordres, vidste man allerede for mere end fyrgetyve Aar siden; man viste i Forelæsninger mangfoldige saadanne, ved Galvanismen fremkaldte Metalovertræk; men man formaaede ikke at give dem den Fasthed og Vedhængning, som udfordredes til Anvendelsen. Ved de Undersøgelser, som anstilledes af *Jacobi* i Petersborg, bleve Betingelserne for Kobberets



galvaniske Udskillelse til en sammenhængende Masse fastsatte, og derhos *Galvanoplastiken* udfunden. Denne har allerede udbredt sig over hele den oplyste Verden, og avlet *Galvanographien*, som har faaet sin Uddannelse til en praktisk Kunst saavel som sit Navn af vor Landsmand Capitain *Hoffmann*. *Jacobis* heldige Forsøg gjenopvakte nu den ældre, men aldrig til Brugbarhed uddannede Tanke, at benytte Galvanismen til Forgyltning, Platinering, Forsølvning o. s. v. Man fik i en kort Tid mange Forskrifter, hvorefter dette skulde lade sig udføre; men ved virkelig Prøve viste de sig ikke ganske tilfredsstillende. Man kunde antage at dette tildeels laae deri, at det gik med disse Forskrifter, som med saa mange andre, at de ikke vare affattede med den behørige Omhyggelighed, og derfor efterlode ikke lidet at udfinde for den som skulde bruge dem. Overbevist om den store Vigtighed af denne Sag lod Ø., under sin Veiledning anstille Forsøg herover, af den unge Polytechniker *Burmeister*, som gaaer ham tilhaande ved hans experimentale Arbejder, og senere tiltraadte ogsaa polytechnisk Candidat *Faber*, hvorved Forsøgene kunde faae en større Udstrækning. Man var allerede kommen til meget antagelige Resultater, da den Efterretning kom hertil, at en Hr. *de Ruolz* i Paris havde udfundet store Forbedringer i den galvaniske Overtrækningskunst. De korte Efterretninger, man erholdt, om hans Forskrifter bare Præget af Sandhed, og det franske Instituts Videnskabernes Akademie havde ladet dem prøve, og derpaa givet dem sit Bifald. Man eftergjorde strax nogle af Forsøgene her, og fandt dem, som man kunde vente, bekræftede. *Ruolz* har prøvet en stor Mængde af Opløsninger, og deriblandt fundet adskillige brugbare. Hidindtil har man her fundet det lettest at udføre den, hvortil Cyanguld i Cyankalium anvendes. Ved den polytechniske Lærestalt var der en meget indbydende Leilighed til en vigtig Anvendelse af den nye Forgyltning. Man skulde i Værkstederne tilveiebringe normale Vægtlodder, hvorefter vore justerede Vægtlodder herefter skulle forfærdiges. For at disse ikke skulle anløbe og derved forandre deres Vægt, maatte de have en dygtig Forgyltning. Man havde allerede ladet nogle Lodder forgylde, af Mænd der vare bekjendte for deres Duelighed i Faget; men Anvendelsen af den bedste hidtil brugelige Forgyltningsmaade, hvortil udfordres, at Sagerne skulle overstryges med et Guldamalgaam, og Qviksølvet siden ved Ophedning uddrives, viste sig vanskelig med Hensyn paa de større Vægtlodder, som man

ikke havde kunnet give en passende Varmegrad. Lodderne fik derfor snart Qviksølvplætter, som i Tiden maatte ilte sig, saa at Nøiagtigheden maatte tabes. Ved den nye Fremgangsmaade er Forgylldningen skeet med stor Lethed, og er udfaldet ganske efter Ønske.

Man tør haabe at Qviksølvforgylldningen aldeles vil fortrænges af den galvaniske Forgylldning. Hiin er som bekjendt meget farlig for Sundheden, bestaaer af flere forskjellige Operationer, som hver fordre endeel Færdighed, og er kostbar. Denne er farefri, let at udføre, og koster kun lidet mere end det Guld, hvormed Gjenstanden virkelig beklædes. I Henseende til Forsølvningen vil noget ganske lignende indtræde. Ogsaa til den galvaniske Forsølvning bruges Cyanforbindelsen.<sup>1</sup>

Ø. tilbagekaldte i Selskabets Erindring, at han allerede for en Deel Aar siden ved Forsøg havde beviist, at den ved Qviksølvs Mellemkomst tilveiebragte Forgylldning altid indeholder meget af dette Metal, og derfor ikke er en reen Guldhinde, men et Lag af Guldamalgam, hvori sandsynligviis den yderste Side er meest fri for Qviksølv. Han havde i denne Henseende prøvet Forgylldninger fra forskjellige Lande. Den ved Galvanismen tilveiebragte Guldhinde er derimod fri for saadanne Tilsætninger. Man kan erholde den fuldkomment reen, og af hvilken Tykkelse man vil. Tykkelsen retter sig, som de Pariser Forsøg allerede have viist, efter den Tid hvori Gjenstanden har været den forgylldende Virkning underkastet. Denne Frihed i at tilveibringe et Overtræk af hvilken Tykkelse man vil er upaatvivleligt meget vigtig.

Til den galvaniske Platinering anvendes ikke Cyanforbindelsen, men Chlorforbindelsen af Platin og Kalium.

Man er allerede ved Prøver kommen saa vidt, at mangfoldige andre Metalovertræk lade sig frembringe paa galvanisk Vei, og man kan ikke tvivle om at Kunsten hver Aar vil udvide sig.

Det franske Akademies Commission, hvis Rapporteur den berømte *Dumas* var, har med megen Styrke fremhævet den vidtudseende Nytte af den nye Kunst. Man maa i det Væsentlige tiltræde disse Forhaabninger. Den lette Priis, hvorfor et Overtræk med ædle Metaller nu vil kunne faaes, maa have den Følge, at mange Gjenstande, som kunne gøres varigere ved et saadant, ogsaa ville erholde det. Selv til visse Kjøkkenkar kunde en Forsølvning eller

<sup>1</sup> Førend disse Blade kom i Trykken er den allerede udført her.



Platinering maaskee nu ei mere findes for kostbar, naar dens store Varighed tages i Betragtning. I Laboratorier har man allerede fundet, at forsøvede Kobberdigler have udholdt samme Anvendelser, som Sølvdigeler. Det synes ogsaa at de Midler, vi nu have, til at frembringe sammenhængende Overtræk af andre Metaller end Kobber, give Haab om at man ogsaa vil kunne udvide Galvanoplastiken til alle Metaller, og give disse forskjellige Skikkelser, som Skaaler, Begere, alle Former, som frembringes ved Drivning, Optrækning, Stempling, Ciseling o. desl., saa at en Række af galvaniske Kunstflidsgrene derved ville blive mulige.

Med Hensyn paa vort Land, hvor Qviksølvforgyldningen aldrig har været drevet meget vidt, vil den galvaniske Forgyldning sandsynligviis spare os en stor Deel af de Penge som gaae til Frankrig for forgyldte Arbeider, og adskillige af vore Medborgere derved faae en nyttig Virkekreds.

Ø. fandt at han ikke burde opholde Selskabet ved praktisk Detail, som han vilde foranledige meddeelt paa en anden Vei, til Bedste for vedkommende Næringsbrugere.

Kaste vi nu et Blik tilbage i Tiden, paa den første videnskabelige Spire, hvorfra den nye Metalbearbejdningskunst har sin Oprindelse, finde vi et nyt Exempel til Advarset for dem, som strax spørge om Nytten af en videnskabelig Tanke eller Opdagelse. Ei at tale om, at Videnskabens Værd ikke bør ansees som begrundet i Nytten, feile de ogsaa deri, at Nytten ikke kan forud beregnes. Da *Galvani* 1791 fandt, at visse Metalberøringer frembragte Muskelbevægelser i en Frøe, kunde vistnok Ingen vente at denne Opdagelse skulde lægge Grund til Arbeider, som grebe ind i Kobberstikkerens, Medailleurens, Guldsmedens, Gørtlerens, Blikkenslagerens og hvo veed hvor mange andre Kunstneres og Haandværkeres Fag? Og dog er dette kun een Side af denne Opdagelses store Indflydelse. Havde Nogen for 50 Aar siden føiet til, at denne Opdagelse skulde give Chemien et nyt Sving, aabenbare os Magnetens Hemmeligheder, og sætte Skibe i Bevægelse, vilde man have holdt saadant for den største Urimelighed; nu staae disse Paastande som Erfarings-sandheder.

Conferentsraad *Ørsted* mældte derefter Selskabet, at han havde bestemt sig til at tilveiebringe en Oversigt over den Ebbe og Flod, som viser sig paa vore Kyster ved Kattegattet og Østersøen. Vel

indeholder det som vore Søofficerer derom have bekjendtgjort, og navnlig det som derom er udgaaet fra Søkortarchivet, alt det som er nødvendigt for Søfarten, men han troede at en sammenhængende Fremstilling af hele Indflydelsen af Ebbe og Flod i disse Farvande, affattet i den physiske Geographies Interesse, vilde være Videnskaben nyttig. Det er ikke hans Hensigt selv at udføre dette Arbeide, men han har foranlediget en ung Videnskabsmand til at overtage det, og mældte det blot her, fordi han sikkert haabede at Foretagendet vilde finde Understøttelse af Adskillige blandt hans ærede Colleger.

## TEMPERATUREN I ET BOREHUL PAA 518 FODS DYBDE

(VIDENSKABERNES SELSKABS OVERSIGTER. 1842. P. 69—70.)

*Mødet den 20de Mai.*

Conferentsraad *Ørsted* meddeelte, at han nu flere Gange havde prøvet Varmheden paa Bunden af det artesiske Borhul paa Nyholm, i en Dybde af 518 Fod. Han benyttede til denne Maalning Ingen af de sædvanlige Redskaber, men Glaskugler med ganske korte snævre Rør, som ende sig i et ombøiet meget fiint Haarrør, hvis Munding vender ned ad. Naar disse smaa Redskaber ere fulde af Qviksølv ved en ringere Varmegrad end den, som hersker i Vandet, saa vil Varmens udvidende Kraft, medens de ere nedsænkede i Vandet, uddrive endeel af Qviksølvet. Efter at de ere komne op, sætter man dem tillige med flere Thermometere i Vand, som af en varmere Atmosfære efterhaanden og langsomt faaer en høiere Varmegrad. Qviksølvet udvider sig da paa ny, og naaer omsider den Varmegrad, hvorved det er i Begreb med at løbe ud af Røret; Thermometeret angiver denne, og saaledes har man da den Varmegrad, hvorfor Kuglerne have været udsatte. I nogle Forsøg var en eller anden Kugle beskadiget, men alle de Kugler, som havde holdt sig, gave overeensstemmende Resultater. Thermometeret som herved brugtes var af *Greiner*, med Réaumurs Inddeling, hvorpaa Femtedeelsgrader umiddelbart læses, og af hvilke atter Fjerdedele meget let skjønnes, ja Tiendedele ret godt opfattes af et øvet Øie. Nulpunktet laae  $\frac{1}{5}$  Grad for høit. Iagt-



tagelsen viste  $10,9^{\circ}$  R, som efter Afdraget af  $\frac{1}{5}^{\circ}$  gav  $10,7^{\circ}$  R eller  $13,375^{\circ}$  C. Da Luftens Middelvarme her er  $8,1^{\circ}$  C, saa er den fundne Varme i 518 Fods Dybde  $5,275^{\circ}$  C derover, hvilket giver  $1^{\circ}$  C for hver 98,2 Fods, (omtrent 30,8 Metres) Dybde under Havets Middelhøide; hvilket stemmer meget vel med det som man har fundet i andre Lande.

Ved Udførelsen af disse Forsøg maatte der sørges for, at Vandet ikke trængte ind igjennem Rørenes Mundinger; thi hvor noget Vandtryk finder Sted drives Vandet derved ind mellem Qviksølvet og Glassets Sidevægge, og gjør Iagttagelsen ubrugbar. Af denne Aarsag sattes der over enhver af Kuglerne et foroven lukket, forneden aabent Glasrør, hvis nederste Deel desuden var viid, men den øverste snæver, for at en betydelig Sammentrykning ikke skulde bringe Vandet op til Rørenes Munding. Ved en om den nederste Deel af hvert Rør viklet Blystrimmel hindredes de fra at stige i Vandet.

I de sidste Forsøg sattes 6 Glaskugler i en aaben Blycylinder, som tillige kunde tjene som Lod, naar de firedes ned i Boerhullet.

For at Kuglerne ikke paa den temmelig lange Vei fra den polytechniske Lærestalt til Nyholm, skulde tabe Qviksølv ved tilfældig Opvarmning, førtes denne Blycylinder i en Omgivelse af Iis, saavel frem som tilbage.

Man lod Cylinderen med Kuglerne blive  $\frac{1}{2}$  Time paa Bunden af Boerhullet, for at komme i en fuldkommen Varmeligevægt med Omgivelsen.

---

## UNDERSØGELSE OVER LYSET MED HENSYN PAA DET SKJØNNES NATURLÆRE<sup>1</sup>

---

(VIDENSKABERNES SELSKABS OVERSIGTER. 1842. P. 97—99)

*Mødet den 23de December.*

Conferentsraad *Ørsted* foredrog første Afdeling af en Undersøgelse over Lyset med Hensyn paa det Skjønnes Naturlære. Han henlede først Opmærksomheden paa Lysglæden, som vi

---

<sup>1</sup> [Samme Emne er udførligt og populært behandlet i Kapitel II af 2 To Capitler af det Skjønnes Naturlære trykt i Kbhvn. 1843, udgivet 1845 (tysk ved *Zeise*, Hamborg 1845). Kap. I handler

fornemmelig blive os bevidste ved Overgangen fra et langt Mørke til Lyset; men som vi ogsaa nyde, skjøndt med mindre fremtrædende Bevidsthed, under mangfoldige Belysningsforhold i Naturen og Kunsten. For at vise denne Følelses Sammenhæng med Tingenes Væsen henledede han Opmærksomheden paa Lysets Grundlove. Hvor uenig man end kan være om Lysets Natur, vil man dog være enig om, at det er en Virksomhed, hvis Hastighed overgaaer alle vore Hverdagsforestillinger om Bevægelse. Men dets Bevægelse er ikke blot en udvortes, fra Sted til andet; i dets Indvortes afvexler uophørligt talløse modsatte Virksomheder, saa at der i een Milliondeel af eet Secund endnu foregaaer Millioner saadanne Afvexlinger. Hvor Lyset er, der er denne skjulte Virksomhed. Men Lysvirksomheden er ikke fuldkomment udelukt fra nogen Deel af Rummet, omendskjøndt det paa utallige Punkter er for svagt til at opdages af vort Øie. Der gives altsaa intet fuldendt Mørke. Men i samme Grad som de lysopvækkende Aarsager ophøre at virke i nogen Deel af Rummet, ophører ogsaa mere og mere den deri stedfindende indvortes Virksomhed. Endskjøndt Mørket abstract forestilles som en blot Fraværelse af Lyset, saa er dog i Virkeligheden denne Fraværelse ikke en tom uvirksom Tilstand, men en indvortes Gaaen-til-Hvile, en indvortes Hænden. Lyset er da ifølge sin allerinderste Natur et Billede paa Livet, Mørket paa Døden.

Denne Lysets indvortes Natur kommer vel ikke umiddelbart til vor Bevidsthed; men ifølge denne dets Natur virker det overalt som Opvækkelsesmiddel ikke blot paa os, men ogsaa paa den hele udvortes Natur. Ved dets umaadelige Hastighed, ved dets Evne til at sætte alle endog de fjerneste Deelee i Verdensrummet i et Samqvem med hverandre, og ved at indbefatte os i dette Samqvem og aabenbare os Yderverdenen i et Omfang, som usammenligneligt overgaaer det, der kunde meddeles os gennem de andre Sandser, lader det os føle os som Deeltagere i hele Tilværelsen; hvorimod vi destomere føle os udelukkede fra Tilværelsens Heelhed, og ligesom enestaaende, jo mere Mørket faaer Overhaand.

---

om Tonernes Forhold til Skønhedssansen og findes tillige i: Förhandlingar vid de Skandinaviske Naturforskeres 3die Möte i Stockholm 1842, P. 26—44 under Titel: »Grundtræk af det Skjønnes Naturlære«. Under Fællestitlen »Bidrag til det Skjønnes Naturlære« er disse to Kapitler og to didaktiske Dialoger: »Om Grunden til den Fornøjelse Tonerne frembringe« og »Ordrede Lydudtrykks Naturvirkning« optagne i: Samlede og efterladte Skrifter af H. C. Ørsted. Bd. 3 P. 65. Kbhvn. 1851. Den første af Dialogerne er tidligere trykt i »Skandinavisk Selskabs Skrifter, Bd. 7. 1808, den anden i *Barfod's »Brage og Idun«* Bd. 1. 1839.]



Hvad Farverne angaaer, finder Ø. sig i det Hele taget enig med det, som *Göthe* har sagt om deres Virkninger paa vore Følelser; men søger deels at finde Grunden dertil i Farvernes Natur, deels viser han, at man af denne kan udlede Mere. Han gjør opmærksom paa, at de meest opvækkende Farver, men som i store omgivende Overflader ogsaa virke foruroligende, navnlig Rødt og Orange, frembringes ved de største, men langsomste Æthersvingninger; derimod de Farver, som ere fjernest fra at opvække saadanne Følelser, og navnlig Blaåt og Violet, frembringes ved de mindst udstrakte, men hurtigste Æthersvingninger. Det Gule og det Grønne frembringes ved Svingninger, som ligge mellem begge Yderlighederne.

Han gjorde dernæst opmærksom derpaa, at de Farver, som Malerne kalde varme, Rødt, Orange og Gult, i Sollyset ere ledsagede med den stærkeste Varme, og at de, som erklæres for de koldere, Blaåt og Violet, ogsaa i Sollyset ere ledsagede af mindst Varme.

Ligeledes gjorde han opmærksom paa, at blandt Sollysets Farvestraaler de gule og orange have den største Lyskraft, og næst derefter de grønne og de liveligste røde, hvorimod de blaa og især de violette have mindst Lyskraft. Baade i Svingningshastighed, i Varme og i Lyskraft holder da det Grønne Middelveien.

At de Farver ere harmoniske, som udfylde hverandre til hvidt Lys, havde *Göthe* allerede udtalt som en i Naturlovene grundet Sandhed, som ogsaa ved de senere Opdagelser finder nye Bekræftelser, hvortil den dog ikke trængte.

Endskjøndt det Hvide og Sorte ikke kunne kaldes Farver i samme Betydning, som Rødt, Grønt o. s. v., kunne de dog i en vidtløftigere Betydning af Ordet kaldes saa. Det Hvides Virkning og Betydning forstaaes let af dets Lysstyrke, dets Frihed for alle egentlige Farvemodsætninger og den deraffølgende indre Harmonie. At det Sorte, som fremstillende Mørket, maatte være Sorgens og Dødens Farve, behøver ingen videre Forklaring; derimod fortjener det at bemærkes, at Overfladens Glands, hvorved et stærkere Lysindtryk frembringes, formindsker det sørgelige Indtryk af det Sorte.

---

## FORTSÆTTELSE AF BETRAGTNINGER OVER LYSET MED HENSYN PAA DET SKJØNNES NATURLÆRE<sup>1</sup>

(VIDENSKABERNES SELSKABS OVERSIGTER. 1843. P. 6—7.)

*Mødet den 10de Februar.*

Conferentsraad *Ørsted* meddeelte en Fortsættelse af sine Betragtninger over Lyset, med Hensyn paa det Skjønnes Naturlære. Gjenstanden for denne Fortsættelse var de Forhold, hvorunder der frembringes bestemte Figurer ifølge Lysets egne Naturlove. Herhen hører Regnbuen. Det kunde ikke være Hensigten, ved denne Leilighed at gjentage Regnbuens velbekjendte Theorie; det var nok at be- raabe sig paa denne, som paa en afgjort Sag. Regnbuens Figur er en nødvendig Følge af mathematiske Naturlove. Ved den samme Naturhandling, hvorved denne Bue dannes, adskilles ogsaa de i det hvide Lys indeholdte Farvestraaler, og en Farveharmonie udvikles, idet Lysets hele Farveindhold staaer for os baade i sin Adskilthed, som Fordelingen i Rummet medfører, og i sin Heelhed; efterdi den sandselig opfattes ikke mindre som Eenhed end som Mangfoldighed. Men hermed er hele Anskuelsens Indhold endnu ikke udtømt. Modsætningen mellem den mørke Regnvæg og det klare Lys opvækker tillige den eiendommelige Lysglæde. Regnbuen indeslutter en heel Tankeverden, hvori Lyset under sin Kamp mod Mørket udfolder sin Skjønhed med en sand Seierspragt. Det forstaaer sig, at alt dette kun finder sin fulde Anvendelse, forsaavidt som ikke andre Forhold, f. Ex. en mellemkommende uklar Luft, svækker Indtrykkets Reenhed.

Ved Indvirkning af polariseret Lys paa Krystaller eller Legemer, hvori der ved fremmed Indvirkning hersker en eiendommelig Fordeling af den indvortes Spænding, frembringes Figurer, som dels ved deres eget Tankepræg have noget tilfredsstillende, dels ud- mærke sig ved en Farvefordeling, ofte en Farvepragt, som tillige altid udgjøre en Farveharmonie. Men ogsaa denne Forbindelse af Former og Farver er ikke tilfældig, men udgjør en Tankeheelhed, og giver os derved en stærk betegnende Formering af Exemplerne paa skønne Frembringelser ifølge de i Naturen sig aabenbarende Fornuftlove. I nogle af disse Figurer træffer man ligesaa afstikkende

<sup>1</sup> [Se Anmærkning til foregaaende Afhandling P. 506.]



Farvemodsætninger, som i mange pompeianske Malerier, og derhos en med Naturen bestemt Farveharmonie.

Nogle skjønnne Form- og Farveudviklinger frembyder ogsaa Lysstraalernes Vexelindgreb (Interferents). Blandt disse fremhævedes især den eiendommeligt ordnede Samling af Lyspletter, som fremkommer ved de Frauenhoferske Forsøg, naar man sætter for Kikkerten en tynd Plade med tre Huller, som ligge i Hjørnepunkterne af et ligesidigt Triangel. Allerede Pletternes Fordeling, afbildet uden Farver, tilfredsstiller Øiet ved en rig og eiendommeligt ordnet Mangfoldighed; men ved de dertil nødvendigt hørende Farver forhøies end ydermere Skjønheden.

## UDVIKLING AF LÆREN OM GLANDSEN<sup>1</sup>

(VIDENSKABERNES SELSKABS OVERSIGTER. 1843. P. 47—51.)<sup>1</sup>

*Mødet den 5te Mai.*

Conferentsraad *Ørsted* meddeelte en Udvikling af Læren om Glandsen.

Han begyndte med den Erklæring, at det, som han havde at fremsætte, ikke var væsentligt Nyt, men kun en Sammenstilling af bekjendte Sandheder; da imidlertid denne Sammenstilling, saavidt han havde kunnet finde, intetsteds var udført, holdt han det ikke for upassende at meddele det erhvervede Overblik.

For desto lettere at vække Opmærksomheden paa det, hvorpaa det her kommer an, gik han ud fra den tilsyneladende Modsigelse i Foreningen af Sorthed og Glands, da der ifølge hin skal tilbagesendes saa lidet, ifølge denne saameget Lys som muligt. For at opløse denne Vanskelighed, maa man skjelne vel mellem de tvende Maader, hvorpaa Overfladerne tilbagesende det Lys, som de modtage fra et lysende Punkt.

Ethvert saadant er Udgangspunktet for en Række af Ætherbølger. Hver ret Linie, som fra dette Punkt kan drages lodret paa Bølgefladerne, betegner en Virkningsretning og kaldes en Lysstraale. Da det Lys, som gaaer ud fra et Punkt, og falder paa en Flade, optager et kegelformigt Rum, kaldes et saaledes begrændset Udsnit

<sup>1</sup> [Findes ogsaa i *Poggendorffs Annalen der Physik*. Bd. 60. P. 49-55. Leipzig 1843.]

af et Sæt Lysbølger,<sup>1</sup> en saadan udvortes begrændset men indvortes uendelig Samling af Lysstraaler, en Lyskegle eller Straalekegle. Naar Straalekeglen falder paa en blank og plan Overflade, kastes den saaledes tilbage, at alle Straalerne deri beholde deres gjensidige Beliggenhed; saa at Øiet modtager dette tilbagebøiede Lys ganske som om det kom fra det lysende Punkt, kun med den Forskjæl, hvorpaa det dog her ikke kommer an, at Øiet, som Intet veed om Retningernes Forandring, nu forestiller sig Punktet ligesaa langt bagved den blanke Flade, som det i Virkeligheden ligger foran samme. Ogsaa da, naar den blanke Overflade ikke er plan, men har visse regelrette Former, f. Ex. Kuglens, Hyperbolens, Parabolens, Keglens, Cylinderens Form, tilbagekastes Straalerne saaledes, at de, der kommer til Øiet, vedblive at høre til en fælles Straalekegle, endskjøndt dennes Figur bliver mere eller mindre forandret. Man kan sige, at Straalekeglerne her tilbagekastes uforstyrrede, skjøndt ikke uforandrede. Som bekjendt vise de Overflader, der tilbagekaste Straalekeglerne uforstyrrede, os Billeder af Gjenstandene, eller ere Speile. Bestaaer en Overflade af mangfoldige meget smaa blanke, men fra hverandre skilte Dele, saa vil dog Enhver af de tynde Straalekegler, som tilbagekastes fra en saadan Deel, blive uforstyrret. Eftertanken maa erkjende enhver af disse smaa blanke Dele for et Speil; Overfladen derimod, som et Hele betragtet, kan nu ikke mere kaldes saa; men Blankhed frakjender man den derfor ikke. Fra Enhver af de blanke Dele, skeer Tilbagekastningen efter Speilningens Love, og man kan derfor betegne denne Tilbagekastning, som pleier at kaldes den regelrette, med Navnet den speilende, hvorved Betegningen rykkes Anskuelsen nærmere. Forsaavidt derimod de paa Fladen faldende Straaler tilbagekastes fra de modtagende Dele i alle mulige Retninger, opløses de oprindelige Straalekegler. For saa vidt dette skeer — fuldstændig skeer det aldrig — har man med Rette kaldet denne Tilbagekastning den adspredende; men mere betegnende kunde man kalde samme den opløsende, hvorved man ogsaa forebyggede, at den Ueftertænksomme kunde forvexle den med den derfra himmelvidt forskellige adspredende Tilbagekastning, som bevirkes ved de udhvelvede Speile.

<sup>1</sup> Af det Ord Sæt, i den her brugte Betydning, gjør man ikke den udstrakte og nyttige Anvendelse i Videnskaberne, som det tilsteder. Det afhjælper den Trang, man saa ofte føler til et Udtryk, for at betegne en Mangfoldighed af Dele, som høre sammen.



Det Lys, som kommer til vort Øie ved speilende Tilbagekastning, giver os ingen Forestilling om de tilbagekastende Dele, men kun om Lysets Nærværelse, og, naar Fladens Dele have en dertil passende indbyrdes Beliggenhed, om det lysudsendende Punkt. Ved den opløsende Tilbagekastning faae vi derimod Kundskab om de tilbagekastende Dele selv. Det synes ogsaa at være ved denne Tilbagekastning at en Deel af de modtagne Lysstraaler forsvinde for Omgivelsen, indsuges som man kalder det. Ofte indsuges Mere af een Straaleart, det vil sige Lysbølger af en vis Svingningshastighed, end af de øvrige, hvorved altsaa de tilbagekastede Straaler faae en vis fremtrædende Farvevirkning.

Dersom der gaves en Overflade, som blot udøvede den speilende Tilbagekastning, vilde den ikke sees, Ordet taget i den egentlige Forstand, endskjøndt man vel vilde mærke dens Nærværelse ved dens speilende Virkning. For den egentlige Seen vilde den være, som om den var sort. Men ved enhver noksaa fuldkomment speilende Flade, lider Lyset endeel opløsende Tilbagekastning, hvorved bevirkes, at den ogsaa bliver Gjenstand for den egentlige Seen. Paa den anden Side gives der ingen Overflade ved hvilken de modtagne Lysstraaler udelukkende lide den opløsende Tilbagekastning. Men vi give Overfladerne Navn af glindsende eller glandsløse, alt eftersom den ene eller den anden af de to Tilbagekastningsarter frembringer det mærkeligste Indtryk paa os.

Det fortjener i høi Grad vor Opmærksomhed, at de samme Forandringer, som forstærke Glandsen, svække den opløsende Tilbagekastning og omvendt. Man seer dette ved Poleringen af en mat Flade eller Matslibningen af en blank. I det første Tilfælde aftager Synligheden af de enkelte Dele, alt som Blankheden naaer en større Fuldkommenhed, og ved nogle Flader, f. Ex. Staal forsvinder den eiendommelige Farve i den Grad, at man bliver tilbøielig til at kalde Fladen sort. I andet Tilfælde, Matslibningen, faaer Stoffets Eiendommelighed atter den tabte Deel af sin Indflydelse tilbage. Man bliver endnu mere fortrolig med disse Forhold ved et Overblik over følgende gamle og nye Erfaringer. Jern i Pulvertilstand, saaledes som man faaer det ved Jerniltets Behandling med Brindluft, er sort; men trykker man det sammen, giver det Jernets bekjendte Glands og Farve. Det samme lader sig i det Væsentlige anvende paa alle de Metaller, som kunne fremstilles i en pulveragtig Tilstand. Mange af dem ere i deres fiintfordeelte Tilstand sorte eller graa, som

Platin, Sølv, Bly, Arsenik, andre farvede som Guld, Kobber; men ved Tryk eller en vis Delenes Sammenstilling, faaer hver af dem sin bekjendte metalliske Glands og Farve. Man vilde feile, om man meente, at dette Forhold ikkun gjelder for den metalliske Tilstand. Polerer man et Stykke rødt Jernilte, faaer det med Glandsen et staaelgraat Skjær, og viser i samme Grad mindre Rødhed jo fuldkomnere dets Politur er. Det samme gjælder om Zinober, kun at det i den blanke Tilstand har en Farve, som mere nærmer sig Blyets, eller om man vil Qvægsølvets, skjøndt med mindre livelig Glands. Indigo faaer ved Poleringen, som bekjendt, en Kobberglands. Berlinerblaat faaer ogsaa ved samme Behandling en egen mørkeblaa Glands. Man kan udføre beslægtede Forsøg ved at strø et eller andet Farvestof paa Papiir lægge dette paa et haardt Underlag, og gnide det med et Stykke haardt blankt Glas, Porcelain, Staal o. dl., man vil altid see Farven forsvinde i samme Grad som Glandsen stiger. Med lignende Udfald kan man til saadanne Forsøg anvende malede Overflader, hvis Bindemiddel ikke giver Anledning til nogen betydelig Glands.

Ved Forsøg med alle disse polerede Overflader finder man, at Afspeilingerne derfra ingen Farve medføre. Vel seer man ofte i Billedet et Farveskjær fra den tilbagekastende Flade; men dette hidrører fra den opløsende Tilbagekastning, som altid blander sig med den speilende. Jo mere Speilet ligger i Skygge, men Gjenstanden er velbelyst, jo mindre antager Speilbilledet dette Tillægsskjær. Speilbilledet af hver farvet Gjenstand viser sig da næsten ganske med sin egen Farve, omendskjøndt det Legeme, hvis Overflade bevirker det, ved den opløsende Tilbagekastning giver en ganske anden Farve.

Det Lys, som fra en glandsløs Overflade kastes ind i en Skygge, vide vi er altid farvet; er den samme Overflade poleret, faaer det til Skyggen kommende farvefrie Lys en Overvægt, som staaer i Forhold til Poleringen. I det formørkede Kammer viser det sig ligeledes tydeligt, at det ved Speilningen tilbagekastede Lys ikke har Gjenstandens Farve, endskjøndt det let blander sig med noget af det ved den speilende [ø: opløsende?] Tilbagekastning udsendte Lys.

Da alle Vædskers Overflader ere blanke, maa de vise samme Forhold, og saaledes befindes det ogsaa i Virkeligheden. Endskjøndt man havde ældre Forsøg herover, har Ø. dog bekræftet dette ved Forsøg med stærktfarvede Vædsker, f. Ex. mørkeblaat



Blæk, dybt rødfarvet Lakmusvand i sorte Kar. Farvede Glasarter vise samme Forhold.

Det ved opløsende Tilbagekastning udsendte Lys, findes ikke polariseret; men derimod det ved Blankhed tilbagekastede. Uagtet dette Forhold ikke er blevet betvivlet, vil man dog finde nogen Interesse i at see det bekræftet ved nye, Sagen klart udtalende Forsøg. Dette skeer meget let, ved at polere det Halve af en mat Overflade, og derpaa lade den tilbagekaste Lyset under en nogenlunde spids Vinkel, til et, i Polarisationsvinkel stillet, Speil, som behørigt kan dreies, eller til et Polariskop; man seer da det fra den blanke Deel tilbagekastede Lys kraftigt polariseret, det andet ikke. Bruger man *Savarts* Polariskop, seer man vel nogle ganske matte Striber paa den glandsløse Overflade, men paa den glindsende seer man kraftfuldt farvede Striber. Man mærker ikke at den Farve, Overfladen vilde have i sin glandsløse Forfatning, har nogen Indflydelse paa de Farver, som Striberne i det polariserede Lys vise, hvilket atter bekræfter den Overbeviisning, at den speilende Tilbagekastning er farvefri.

Ved at anvende Polering paa Stoffer, hvorpaa man før ikke har forsøgt den, vil man da være i Stand til at bestemme Polarisationsvinkelen for mange Stoffer, og deraf at udlede deres Brydnings-exponent, naar andre Midler ikke lade sig anvende.

Af alt dette lærer man da, at det ved speilende Tilbagekastning udsendte Lys ingen Deel har i det Farveindtryk, vi modtage af Legemerne, men at dette Indtryk kun beroer paa den opløsende Tilbagekastning. Man seer ogsaa at Hvidhed og Sorthed, som i det daglige Liv kaldes Farver, have det tilfælles med de egentlige Farver, at de beroe paa opløsende Tilbagekastning.

---

## MINDESKRIFT OVER v. MØSTING<sup>1</sup>

---

(VIDENSKABERNES SELSKABS OVERSIGTER, 1844. P. 27—32.)

**G**eheim-Statsminister *v. Møsting* var født den 2den November 1759 paa Møen, hvor hans Fader Geheimeraad *Frederik Christian v. Møsting* var Amtmand. Hans Familie har sin Oprindelse

<sup>1</sup> [Findes ogsaa i: Samlede og efterladte Skrifter af *H. C. Ørsted*. Bd. 8. P. 83-92. Kjøbenhavn 1852.]

fra Tydskland, men har næsten i 200 Aar staaet i dansk Tjeneste. Han studerede ved Kjøbenhavns Universitet, blev 1782 Kammerjunker, senere Auscultant i Rentekammeret, og 1789 beskikkedes han til Amtmand over Haderslev østre Amt. 1803 blev han Storkors af Dannebrogen.

I 1804 kaldtes han til at være Præsident i det daværende tyske Cancellie.

I Aarene 1805 til 1811 var han tillige første Medlem af Feldtcommissariatet, som fulgte Hovedkvarteret.

1808 blev han Ordensskatmester.

I en Deel af Aarene 1810 og 1811 forestod han Præsidentposten i det danske Cancellie, medens dets Præsident *Kaas* som Medlem af den norske Regjeringscommission var fraværende.

Ved Rigsbankens Stiftelse blev han Overdirecteur for samme, men endnu i Slutningen af 1813 blev han udnævnt til Finantsminister og Præsident for Rentekammeret, og ikke længe efter udnævntes han ogsaa til Geheime-Statsminister. De to første Embeder nedlagde han allerede 1831 for sin fremrykkede Alders Skyld.

1815 (31. Juli) udnævntes han til Ridder af Elephanten, og den 9de Februar 1816 til Præsident for Statsgjeldsvæsenet og den synkende Fond.

1826 (31. Mai) til Vicecantsler for de kongelige Ordener,

1828 (1. Novbr.) til Ordenskantsler.

1838 (2. Marts) blev han Chef for det store Kgl. Bibliothek, Museum for Naturvidenskaben, Bestyrelsen af den Kgl. Kobberstiksamling og Præsident for Commissionen til Oldsagers Opbevaring,

1840 (22. Mai) blev han Overkammerherre.

I Forbindelse med disse høie Embeder og Æresposter var han endnu Præsides eller Medlem af mangfoldige vigtige Directioner og Commissioner.

1842 fik han iovereensstemmelse med sit eget Ønske, efterat have tjent i 60 Aar, under 3 Konger, Afsked fra sine allerfleste Embeder, med Bevidnelse af Hs. Maj. Kongens allerhøieste Bifald for hans lange og tro Tjeneste, hvorhos Hs. Majestæt forbeholdt sig endnu at høre hans Raad over vigtige Sager. Han vedblev endnu kun at beholde de tre Embeder som Ordenskantsler, Overkammerherre og Chef for det store Kongelige Bibliothek.

Hans høie Dannelse, skønne Humanitet og Kjærlighed til Videnskaberne var almindelig bekjendt. Han saae gjerne Videnskabs-



mænd hos sig, og viste en sand Iver for at udfinde de nødvendige Hjælpemidler til videnskabelige Foretagenders Fremme og til Videnskabsmænds Understøttelse og Reiser. Han yttrede tit, at han betragtede Videnskab, Kunst og Oplysning som det vigtigste Middel til Statens Magt og Anseelse.

Vort Selskab viste sin Aerkjendelse af hans Værd ved den 12te Januar 1810 at vælge ham til sit Æresmedlem. I Aaret 1815 blev han Æresmedlem af det Kgl. Academie for de skjønne Kunster. Det nordiske Oldskriftselskab valgte ham 1839 til sin Præsident. Han blev desuden valgt til Æresmedlem af mange inden og udenlandske patriotisk-videnskabelige Selskaber, som derved gave ham et vel fortjent Beviis paa deres Aerkjendelse.

En beslægtet Æresbeviisning, men af en langt sjeldnere Art, var det, at *Mädler* i sit fortræffelige Maanekort, hvor saa mange Egne af Maaneoverfladen ere blevne nærmere oplyste og betegnede med Navn, har givet en af disse Egne Navnet *Møsting*.

I sine vigtige og høie Embeder har han stedse udmærket sig ved sin Retsindighed, Velvillie, Klogskab og Fasthed. Han har i mere end et halvt Aarhundrede bestyret omfattende Forretninger, hvorunder han har havt en stor Indflydelse paa mangfoldige enkelte Menneskers Velfærd, og uhyre Pengeforretninger for Statens Regning ere gaaede igjennem hans Hænder, uden at han har beriget sig. Hans beskedne Formue har han, langt fra at forøge, efterladt ringere, end han havde modtaget den. Jeg siger dette ingenlunde for at ophøie Manden. Med Glæde og Stolthed kunne vi sige, at det samme er Tilfældet med vore Embedsmænd ialmindelighed og de høie isærdeleshed; men forbigaaes bør dette Træk dog ikke. Den Berømmelse man giver en Mand for et velvilligt Sindelag, vilde have en mislig Anseelse, dersom den skulde grundes paa enkelte Exempler: den maa være bekræftet ved den almindelige Mening, saaledes som i nærværende Tilfælde. Sin Klogskab og Fasthed lagde han for Dagen i alle sine Forretninger, og navnlig i Finantsvæsenet, hvor den største Leilighed dertil gaves. Idet jeg søger at belyse disse hæderlige Træk ved Exempler af denne Bestyrelse, er det dog langt fra min Hensigt at fælde nogen Dom om denne Bestyrelse selv. Den samme Sømmelighedsfølelse, som vilde forbyde en skarp Dadel i de Mindeskrifter, som et Selskabs Medlemmer bekjendtgjøre over dets Hedengangne, opfordrer paa den anden Side til, ikke at fremsætte et afgjørende Bifald i

Sager, hvorom Meningerne ere deelte, og hvor man kunde synes at ville benytte en ubillig Leilighedsfordeel over dem, som troe at burde forfægte den mindre gunstige Mening. Jeg vil derfor henholde mig til Charaktertræk og Forhold, som jeg troer man ikke vil finde Grund til at nægte, uden at indlade mig paa den Dom, der skulde fældes over enhver greben Forholdsregel. Det er bekjendt at han modtog dette Embede paa en Tid da Rigets hele Pengevæsen, ja hele Velfærd efter en lang og ulykkelig Krig befandt sig i det yderste Forfald. Under hans Ministerium hævede Landet sig ud af disse sørgelige Forhold, og gjorde betydelige Fremskridt. Det vilde vistnok være en stor Overdrivelse, om man betragtede dette ene eller dog fornemmelig som hans Værk. De ulykkelige Aar, som vare gaaede nærmest foran, havde været en stor Skole for næsten hele Europa og navnlig for os. Kongen selv saae Nødvendigheden af store Forandringer: den kloge og høierfarne Grev *Godske Moltke* medvirkede entidlang til Forholdenes Ordning, og især til det som vedkom Statsgjeldens Afbetaling: alle Finantsministerens Medarbejdere og underordnede Medhjælpere vare gennemtrængte af Overbeviisningen om Forbedringernes Nødvendighed. Hertil kommer den uskatteerlige Fordeel, som flød af den stadige Fred, under hvilken vort frugtbare Land maatte gjøre lykkelige Fremskridt. Men naar man har tilstaaet alt dette, og hertil endnu føiet, at der ved Rigsbankanordningen var lagt Grund til den gode Tilstand, vort Pengevæsen siden har opnaaet, kan man ogsaa med Rette fordre indrømmet, at den Mand, under hvis Ledning Statscrediten ikke blot hævede sig, men blev fuldkommen befæstet, og Papiirpengene, som baade havde staaet i en yderst lav og dertil vaklende Priis, bragtes til lige Gangbarhed med Sølv, ikke havde arbeidet uden Nytte.

Det som allermeest udmærkede hans Finantsbestyrelse, var hans Omhu for Landets Credit, bygget paa den punktligste Nøiagtighed i at opfylde enhver Forpligtelse og overholde enhver Lov, hvorpaa disse vare grundede. Denne hans Tænkemaade blev, umiddelbart efter at han havde tiltraadt Finantsbestyrelsen, sat paa den alvorligste Prøve. Alle Hjælpemidler, hvorved Finantserne under den byrdefulde, alle Landets Kræfter lammende Krig havde bestridt de dets Indtægter langt overstigende Udgifter, vare forsvundne; paa Udstedelse af nye Repræsentativer havde Regjeringen i Begyndelsen af 1813 høitidelig givet Slip; den Reservefond af 15 Millioner i



Rigsbanksedler, der var bestemt til at erstatte det saaledes opgivne Hjælpemiddel, blev under den truende Stilling, som Danmarks Fiender antog lidt efter Rigsbankens Stiftelse, og den derpaa grundede dybe Nedsættelse af det nye Betalingsmiddel, udtømt i faa Maaneder. Alle Kasser vare tomme: paa Laan var der i det Øieblik ikke at tænke; og dog vare betydelige Udgifter uundgaaelige. Det eneste Hjælpemiddel, som fra den foregaaende Finantsbestyrelse endnu stod til hans Raadighed, var Stiftelsen af rentebærende saakaldte Comiteesedler, som efter en tidligere Beslutning blev satte i Omløb allerede 3 Uger efter at vor *Møsting* havde tiltraadt sit nye Embede. Disse skulde ifølge den derom under 8de Januar 1814 udgangne Placat alene modtages i de kongelige Kasser ved de paa Contracter grundede Betalinger, videre kunde man ikke gaae, uden at gjøre Brud paa de i Rigsbankens Foundation givne Tilsagn. Imidlertid blev der af de Mangfoldige, der havde taget disse Sedler i Betaling, gjort Forsøg til at benytte dem i Skattebetalingen, og det fremkaldte mange bittre Bemærkninger, at Finantserne ikke vilde tage deres egne Sedler i Skatter. Velhavende Folk lode være at betale, for under Executionen at frembyde Comiteesedler i Betaling. Men intet af alt dette bøiede *Møsting*, der netop i den af saa mange Aarsager besværlige Begyndelse af sit Ministerium maatte døie megen Utilfredshed formedelst sin Ubøielighed i denne Henseende, som de Fleste saae fra et falsk Synspunkt. Denne Fasthed i at holde over Bankens Foundation bidrog ikke lidet til at hæve de saa dybt sunkne Banksedler og under den nu tilbagevendende Fred, uagtet dens uheldige Vilkaar og de vanskelige Forhold, at gjenerhverve nogen Tillid til Finantserne. Til den paafølgende Termin bleve alle Renter af Statspapirerne rigtigt erlagte, ligesom der heller ikke siden nogensinde var Spørgsmaal om at jo Renter saavel som Gager og alt andet, som Finantserne havde at udrede, nøiagtigt bleve betalte, og det til den bestemte Tid. Af Omhu for Crediten gjorde Finantserne under *Møstings* Bestyrelse Alt for at grundfæste Banken, der nogle Aar efter hans Tiltrædelse til Ministeriet fik Navn af Nationalbank. Der blev givet Slip paa Finantsernes i Forordningen af 5te Jan. 1813 grundede Ret til det mulige Overskud. Finantserne paatog sig at erstatte Banken Alt hvad Seddelindløsningen kostede, og da desuagtet Coursen i 1819—1820 tog en høist uheldig Vending, opoffrede Finantserne flere Millioner ved at paatage sig det Tab, som var forbundet med et

stort Banklaan, der blev aabnet 1820, ved hvis Hjælp der først kom nogen Fasthed i Landets Pengevæsen.

De mange heftige Opfordringer, som 1818 og 1819 skete af be-  
trængte Eiendomsbesiddere om en ny Reduction eller en Forlæn-  
gelse af det ved Forordningen af 5te Januar 1813 tilstaaede Mora-  
torium til Lettelse for de Mange, der under den slette Seddelpriis  
havde påadraget sig Gjæld, som siden var meget trykkende, fandt  
heller ingen Indgang hos *Møsting*, derimod søgte han ved Laan fra  
Statskassen at afhjælpe en Deel af disse Forlegenheder; men  
Vanskeligheden i at anvende dette Middel paa de rette Steder, de  
skadelige Følger som Pengevæsenets Forbedring medførte for Laan-  
tagerne, og den Omstændighed at Staten selv paa samme Tid maatte  
gjøre Laan paa byrdefulde Vilkaar, har givet Anledning til stærke  
Indvendinger mod denne Fremgangsmaade. Dog vil man nu neppe  
mere kunne paastaae, at dette Foretagende endte med Tab for Stats-  
kassen.

I Skattevæsenet skete under *Møstings* Ministerium betydelige  
Forbedringer. Ved Forordningen af 18de April 1818 indførtes en  
billigere og jevnere Fordeling af Afgifterne, og bragdes en bedre  
Orden i Communernes Afgifter. Da lave Kornpriser trykkede Land-  
manden, blev ikke alene en Deel af disse for det første eftergivet,  
men dertil endnu føiet en Tilladelse til at betale det Øvrige med  
Korn til Priser, som vare Yderne gunstige. Desuden blev denne  
Afgivtsmaade benyttet til at tilveiebringe en bedre Behandling, en  
omhyggeligere Rensning og Tørring af Kornet, idet man ikke mod-  
tog slet Korn i Betaling, og satte Prisen paa det øvrige efter Godhed  
og Vægt. Dette har upaatvivlelig bidraget meget til de Forbedringer  
i vort Landbrug, som have givet vore Varer en betydelig større An-  
seelse i Udlandet, end forhen. Desuden gaves saavel Kongeriget  
som Hertugdømmerne adskillige Lettelser i de under Krigen paa-  
budne Skatter, og den 1810 paa 8 Aar paabudne Indkomstskat op-  
hævedes allerede 1815.

I hans Hjem herskede den skønneste huuslige Tone ved Siden  
af den Finhed, det høiere Selskabsliv giver. Hans Klogskab, som  
vel vidste at skjule hvad der ikke maatte bekjendtgjøres, udelukkede  
ikke en aabenhjertig Meddeelsomhed over den langt større Mængde  
af Gjenstande, som ingen Hemmelighed fordrede. Medens Stats-  
manden, ja endog den egentlige Hofmand røbede sig i hans Under-  
holdnings Tone, bragte hin tillidsfulde Meddeelsomhed En let til



at glemme begge, og at indbilde sig, at man talte med en velunderrettet og fortrolig Omgangsven.

Han var tidligt, Aar 1785 den 22de Juli, indgaaet i Ægteskab med Frøken *Cæcilie Christiane v. Krogh*, med hvem han levede i et lykkeligt Ægteskab over 57 Aar. Ægteskabet var uden Børn, men saa inderlig kjærligt, at det ikke blot var et Mønster, men endog kunde kaldes et sjældent skjønt Mønster.

H. C. ØRSTED

## MINDESKRIFT OVER C. L. BENDZ

(VIDENSKABERNES SELSKABS OVERSIGTER. 1844. P. 42-44)<sup>1</sup>

**C**arl Ludvig Bendz blev fød i Odense d. 4 Januar 1797. Hans Forældre vare Etatsraad *Laurits Martin Bendz*, Borgemester i Odense, og *Regine Christence* født *Bang*, Datter af Justitsraad, Amtsforvalter *Bang* i Odense.

Han nød Underviisning i Odense Cathedralskole indtil han den 1 August 1809 blev antaget som Artilleriecadet, og gjorde der en saadan Fremgang, at han den 1 August 1813 blev Officeer med to Aars Anciennet. Fra December s. A. commanderede han en kjørende Division paa Fyen, med hvilken en Overskibning til Als forgjæves prøvedes; i Aaret 1814 ansattes han ved Parken, som hørte til det ifølge Kieler Tractaten afgivne Contingent. Med dette rykkede han ind i Tydskland, og vendte i Sommeren samme Aar tilbage til Rendsborg efter endt Feldttog. Vinteren 18<sup>14</sup>/<sub>15</sub> tilbragte han derpaa i Kjøbenhavn, for at deeltage i de yngre Officerers Øvelser og Underviisning. I Foraaret 1815 vendte han tilbage til Rendsborg og ansattes ved det Contingent, der rykkede ind i Tydskland i Anledning af Napoleons Tilbagekomst, men som efter Slaget ved Waterloo snart vendte tilbage, hvorpaa det Batteri, hvortil han hørte, sattes paa Fredsfod. Fra 1815 til 1827 var han ansat ved Artilleriet, der laae i Garnison i Rendsborg, og benyttede den Ro, han her kunde nyde, til at udvide sine mathematiske Kundskaber, hvori han allerede som Cadet havde gjort mere end almindelig Fremgang. Jeg behøver neppe at udpege, hvormegen selvstændig Kjærlighed til Videnskaben et saaledes anvendt Garnisonsliv lægger

<sup>1</sup> [Findes ogsaa i: Samlede og efterladte Skrifter af H. C. Ørsted. Bd. 8. P. 93-98. Kjøbenhavn 1852.]

for Dagen. Han blev ved sin Stilling som Officeer særlig kaldet til at sysselsætte sig med Brovæsenet; og som Commandeur for dettes Rendsborger-Afdeling, havde han Leilighed til i Aaret 1826 at slaae en Bro over en Arm af Eideren i Hans Majestæt Kongens Nærværelse, hvilken lykkedes saa godt, at Kongen ifølge General *v. Haffners* Anbefaling lod ham reise til Frankrig, forat gjøre sig bekjendt med Brovæsenet i den franske Armee. Han tiltraadte denne Reise i Foraaret 1827, og opholdt sig et halvt Aar i Strasburg og et halvt Aar i Paris. Ved sine Indberetninger og Forslag gav han det væsentligste Stød til de Forbedringer, det danske Pontonvæsen har modtaget. — Neppe vendt tilbage i Foraaret 1828, reiste han strax ifølge directe Kongelig Ordre tilbage til Paris, for at udvide sine matematiske Kundskaber, og gjøre sig bekjendt med den polytechniske Skoles Indretning. I Foraaret 1829 kom han tilbage og blev ansat til Tjeneste i Kjøbenhavn, hvor han dels beskjæftigede sig med Forbedringer ved Brovæsenet, dels gik daværende Oberstlieutenant, nu Kammerherre og Generalkrigscommissair *v. Abrahamson* tilhaande ved de forberedende Arbeider til en Reorganisation af det militaire Skolevæsen, især Oprettelsen af en fælles Skole for Stabs-, Ingenieur-, Artillerie- og Veivæsen. Dette Hverv fortsatte han siden, da *Abrahamson* paa nogen Tid bortkaldtes til Forretninger udenfor Landet, directe under General *v. Bülow*, der som fungerende Chef for Generalqvarttermesterstaben havde af Kongen faaet Befaling til at indkomme med Forslag til Oprettelse af en militær Høiskole. *Bendz* fik derved en betydelig Indflydelse paa de forberedende Arbeider, ved hvilke det første Udkast til en militair Høiskole gjordes, og han blev siden et meget virksomt Medlem af den Commission, som sattes til Udarbeidelsen af det endelige Forslag. — For at skaffe Skolen den første Adgang, blev det nødvendigt at oprette en Forberedelses-Classe, hvorved *Bendz* overtog den matematiske Underviisning, og ophørte fra nu af at gjøre Tjeneste ved Artilleriecorpset. Da Høiskolen traadte i Virksomhed, blev *Bendz* ansat som Lærer i Mathematik og den rationelle Mechanik. — Samtidig hermed blev en Commission nedsat under General *v. Bülows* Præsidium til Landcadet-Academiets Reorganisation. Af denne Commission blev *Bendz* Medlem, og bidrog væsentlig til at forskaffe den matematiske Underviisning ved denne Skole et fastere Grundlag. — Som Følge af de for Høiskolen fastsatte Bestemmelser udarbeidede han en Ledetraad, der tryktes til Brug ved hans



Forelæsninger. Da han ved Adgangsexamen til Høiskolen blev opmærksom paa, hvor lidt de mathematiske Studier vare almindelig udbredte, understøttede han af alle Kræfter Oprettelsen af en privat Forberedelses-Skole, ved hvilken han selv optraadte som Lærer i Mathematik. Denne Skole bestaaer endnu i fuld Virksomhed under dens Stifters, Professor *Maribo*s, Bestyrelse.

Forskjellige indtraadte Forhold medførte at Capitainerne *Bendz* og *Kelner*<sup>1</sup> i de senere Aar bleve de eneste tilbage ved Høiskolen af de Mænd, der havde været Medlemmer af Organisations-Comiteen, hvorved han fik en betydelig Indflydelse paa Skolens øvrige Udvikling.

Som Lærer erhvervede han sig ved sit ypperlige Foredrag og sin Evne til at vække Interesse for Mathematiken hos sine Tilhørere, store Fortjenester.

*Bendz* blev den 2 Mai 1834 optaget som Medlem af det Kongelige danske Videnskabernes Selskab, og var heri Medlem af Landmaalingscommissionen og Revisor.

Som et Beviis paa den Anseelse, hvori han stod for sine Indsigter, kan ogsaa nævnes, at han blev Medcensor for de Prøveforelæsninger, som holdtes ved Universitetet for den mathematiske Lærepost, og efter hvilken *Ramus* blev udnævnt til Professor.

Efter et langvarigt Sygeleie døde han den 7 October 1843 efterat have levet i 14 Aar i ægteskabelig Forbindelse med *Augusta Wilhelmine*, født *Jacobsen*, Datter af afdøde Skibsmægler *Jacobsen* her i Byen, efterladende hende med 4 Børn.

H. C. ØRSTED

---

## OM SATURNS RINGSYSTEM

---

## OM ET REDSKAB TIL AT MAALE GLASSETS TYKKELSE I BELAGTE SPEILE

---

(VIDENSKABERNES SELSKABS OVERSIGTER. 1844. P. 141-43)

Mødet den 13de December.

I samme Møde meddeelte Conferentsraad *Ørsted* et Par korte Bemærkninger.

Den første angik en Virkning, som det Ringsystem, hvoraf Sa-

---

<sup>1</sup> [p: *Kellner*.]

turn er omgiven, maa udøve paa Vindforholdene i dens Atmosfære. Som bekjendt omgiver dette Ringsystem Planeten fritsvævende i dens Æqvators Plan, og har, de smaa Mellemrum iberegnete, en samlet Brede af mere end 6000 Miil, hvorhos den indre Rand har en Afstand af næsten 4600 Miil fra Planetens Overflade. Medens den ene Halvkugle af Planeten har Sommer vil derfor en stor Deel af den anden ligge i Skygge. Denne Skygge vil udstrække sig over et bredt Bælte af den vinterlige Halvkugle, men ikke i lige Tid over alle dets Dele. I dette Bælte, som løber parallelt med Planetens Æqvator, vil Mørket vare længst mellem den  $23^0$  og  $24^0$  fra Æqvator, nemlig over een Trediedeel af Uranusaaret,<sup>1</sup> eller omtrent 10 Jordaar. Forskjællen paa Varmegraden i den gennem mere end  $14\frac{1}{2}$  Jordaar opvarmede Deel paa den ene Side, og den forholdsvis nærliggende kolde Strækning, som har en saa uhyre lang Natvinter, maa være meget betydelig. Af dette velbekjendte Resultat følger, at der i de lavere Luftegne maa foregaae en meget stærk Tilstrømning af fortættet Luft fra den koldeste Deel til den varmeste, og omvendt i de høiere Luftegne fra de varmere til de koldere. Ved Planetens Omdreining maa den Luft, som nær Overfladen strømmer fra den vinterlige Halvkugle hen mod Æqvator, faae en østlig Retning, som formedelst Planetens mere end 9 Gange større Radius og mere end dobbelt saa hastige Omdreining maa erholde en stor Virksomhed i Sammenligning med den paa Jorden. Luftstrømningen maa fortsætte sin Vei fra Æqvator videre hen mod det meest opvarmede Bælte, og paa denne Vei faae en vestlig Retning. I de høiere Luftegne maa de modsatte Bevægelser skee. Ved disse heftige, modsatte og vexlende Luftstrømme maa uhyre Veirkampe opstaae. Disse Slutninger er det unægteligt let at gjøre, og de kunne synes ørkesløse, da der for Øieblikket ingen videre Anvendelse deraf kan gjøres; men det synes dog ikke unyttigt, at man efterhaanden samler alle de paa virkelige Naturlove grundede Slutninger, man kan gjøre om Tilstanden paa andre Planeter. Jo hyppigere Tanken vender tilbage hertil, desto større Sum af Materialier vil der opnaaes til en Fremtids Lærebygning.

Den anden Meddelelse angik et lille Redskab til at maale Tykkelsen af Glasset i belagte Speile blot ved Afstanden mellem Billedet og en berørende Gjenstand. Et Spørgsmaal fra en forhenværende Tilhører havde bragt ham til at tænke derover. Naar man lægger

<sup>1</sup> [∴ Saturnaaret.]



en liden Gjenstand paa et Glasspeil, skulde man let fristes til at forestille sig, at det klare Billed, som dannes ved Tilbagekastningen fra Amalgamet, maatte have en Afstand af to Speiltykkelser fra Gjenstanden; men dette afviger meget fra Virkeligheden; Afstanden er langt mindre. Dette hidrører, som man let kan tænke sig, fra Straalebrydningen. Virkningen af denne kan naturligviis ikke være lige under alle Vinkeler; men man kan let udfinde den, hvorunder Billedets Afstand for et berørende Punkt er lig Speiltykkelsen. Det er nemlig klart, at de fra det berørende Punkt kommende Straaler, efter at have lidt deres Brydning, ville indeni Glasset, tilbagekastes fra Amalgamsiden, efter de sædvanlige Love, og vilde vise Billedet i to Speiltykkelsers Afstand, dersom de gik ubrudte ud til Luften og Øiet. Man vilde da see Billedet under en Vinkel, som udfylder Brydningsvinkelen til en ret; men i Virkeligheden gaaer Straalen, som ved Udgang og Indgang har lidt lige Brydning, ud under samme Vinkel, hvorunder den faldt ind, og Øiet seer Billedet under den Vinkel mod Glasset, der udfylder Indfaldsvinkelen til en ret. Den Vinkel, hvorunder man skal see Billedet i Glastykkelsens Afstand, maa altsaa være en saadan, at Cotangens af Indfaldsvinkelen er  $\frac{1}{2}$  Cotangens af Brydningsvinkelen. For Brydningsforholdet  $\frac{3}{2}$  giver dette Indfaldsvinkelen, følgelig ogsaa Udgangsvinkelen mod den lodrette  $49^{\circ} 48'$ , og en Vinkel mod Speilet af  $40^{\circ} 12'$ . Til at maale Glassets Tykkelse har han da truffet en Indretning, hvori Sigtlinien danner den nævnte Vinkel med Glasset. Gjenstanden er et langt, smalt, retvinklet Triangel af hvidt Papir, som med sin lange Kathete ligger op til Speilet, og er inddeelt med lodrette Streger, der angiver Tiendedeellinier. Man seer da to Billeder, som skjære hinanden, af hvilke det svagere kommer af Tilbagekastningen fra Glassets Forside. De to Billeders Skjæringspunkt falder der, hvor Delingsstregen angiver Glassets Tykkelse. Det stærkere Billeds Farve og Styrke, sammenlignet med Papiret, angiver Glassets Klarhed og Farve. Instrumentet er blot bestemt for Handel og Vandel.

---

## OM FORANDRINGER DER FOREGAAER MED QVÆGSØLV, INDSLUTTET I ET LUFTTÆT RUM

(VIDENSKABERNES SELSKABS OVERSIGTER. 1845. P. 11-12)<sup>1</sup>

*Mødet den 31te Januar.*

Conferentsraad *Ørsted* meddeelte nogle Forsøg over den Forandring man ofte seer foregaae med Qvægsølv, uagtet det er lufttæt indsluttet i Glas; man seer nemlig Qvægsølvet ofte her overtrækkes med et Pulver, som i Begyndelsen er graat, senere ikke sjældent gaaer over i rødgult, undertiden derfra i sort. Man kan ikke vel ansee dette Pulver for andet end et Ilt, uagtet den Luft, hvori det var indsluttet, ikke syntes at have kunnet afgive den til sammes Dannelse fornødne Ilt. Iagttagelsen er sandsynligviis ofte gjort; men den synes ikke at have foranlediget nogen egen Undersøgelse; og dog gives her Anledning til adskillige Spørgsmaal. Er det virkeligt Qvægsølv, som her dannes? Gives der maaskee Glas med saadanne Porer, at Luften, om ogsaa med yderste Langsomhed, kan trænge derigjennem? Kan maaskee et meget blyholdigt Glas afgive lidt Ilt til Qvægsølvet? Alle disse Spørgsmaal bestemte *Ø.* for endeel Aar siden, til herover at anstille nogle Iagttagelser og Forsøg, og at optegne dem nøiagtigt.

Den heromhandlede Virkning udvikler sig yderst langsomt; den synes end ikke at komme paa sit høieste i Løbet af 7 eller 8 Aar; *Ø.* har derfor ikke længer villet forhale Bekjendtgjørelsen af de Resultater, han har erholdt, uagtet de kun ere faa og lidet betydende, og uagtet han har begyndt en ny Række af Forsøg over Gjenstanden. Til sine Forsøg har han hidindtil brugt smaa Kugler, som omtrent havde  $\frac{1}{4}$  Tomme i Rumfang, og hvoraf den mindste veiede 118, den største 140 Gran.

*Ø.* begyndte sine Forsøg 1838; men havde allerede dengang en Kugle liggende fra flere Aar tilbage, hvori Qvægsølvet var blevet belagt med rødtgult Pulver, og Glassets Indre ligesaa. Forandringerne ere vedblevne at foregaae i denne Kugle, hvis indre Overflade nu er dækket med et sort Pulver, som har nogen Glands, og er tæt nok samlet til at gjøre Kuglen uigjennemsigtig. I Aaret 1838 lod han forfærdige 4 nye Kugler, to af hvidt, men blyfrit Glas og to af

<sup>1</sup> [Se dette Bind P. 418.]



grønt Glas. De bleve veiede paa en meget fiin Vægtskaal med engelsk Granvægt, og Lufttryk saavel som Varme angivet. Imidlertid vare disse Veininger kun foreløbige og ikke udførte ved Dobbeltveining. Ø. beklager meget, at han dengang kom til at afbryde Arbeidet, uden at foretage Dobbeltveiningen. Da han næste Aar (1839) i Juni Maaned atter fortsatte Forsøgene, havde Qvægsølvet i den ene Kugle af hvidt Glas, som han i sine Forsøg betegnede med Nr. 1, begyndt at lide en svag Forandring; i den anden hvide Glaskugle, betegnet som Nr. 2, var der neppe nogen Forandring kjendelig, og i de to Kugler af grønt Glas, betegnede som Nr. 3 og 4, var aldeles ingen. Veiningerne skeete nu alle ved Dobbeltveining, og gav Vægten af hver Glaskugle lidt større end forrige Aar, omtrent 0,04 Gran; men da det fandtes, at den ene Arm af Vægstangen var noget lidt, skjøndt neppe mærkeligt, større end den anden, turde Intet herpaa bygges. Siden den Tid findes ingen Forandring i Vægten. Det er kun at bemærke, at Nr. 4 var i Aaret 1843 bleven beskadiget og derved aabnet, saa at der ingen Anledning var til nu at veie den. De 3 andre bleve veiede baade sidst i December f. A. og i Begyndelsen af dette Aar, stadigt med samme Vægt som 1839. Veiningerne afvege ikke let 0,002 Gran fra hverandre, og viste samme Vægt som i Juni 1839. Imidlertid er nu Qvægsølvet i Nr. 1 og Kuglens indre Flade stærkt belagt med et rødgult Pulver. I Nr. 2 er den samme Virkning foregaaet, men lidt svagere. I Nr. 3, som er af grønt Glas, spores ingen Forandring, og hvad mærkeligt er, at selv i den beskadigede og aabne Kugle af grønt Glas har Qvægsølvet ret holdt sig uforandret. Forsaavidt man kan troe Øiets Skjøn maa den Mængde af tilsyneladende Qvægsølville, som har dannet sig i de hvide Glaskugler, udgjøre nogle Gran, hvorimod den indsluttede Luftmængde ikke nær kan udgjøre 0,08 Gran Luft, og altsaa ikke indeholde 0,02 Gran Ilt, saa at der ikke engang kunde dannes 0,25 Gran rødt Qvægsølville. Kuglerne har han endnu villet beholde hele til fortsatte Iagttagelser.

Ø. har nu begyndt en ny Række af Forsøg med Glaskugler af forskjellig Tykkelse, ligesom og med lufttomme og luftholdige, nogle af hvidt, andre af grønt Glas. Indflydelsen af ulige Farvelys vil ogsaa i denne Forsøgsrække blive prøvet. Endskjøndt det vel er muligt, at alle disse Forandringer kunne tilbageføres til bekjendte Ting, troer Ø. dog at burde undersøge dem, som om derved noget endnu Ubekjendt kunde foregaae.

---

## BERETNING OM FORSØG OVER DEN VARME, SOM UDVIKLES AF VANDET VED DETS SAMMENTRYKNING

(VIDENSKABERNES SELSKABS OVERSIGTER, 1845. P. 117)

*Mødet den 11te Juni.*

Conferentsraad *H. C. Ørsted* meddelte Selskabet en foreløbig Beretning om en Række af Forsøg over den Varme, som udvikles af Vandet ved dets Sammentrykning. Han havde allerede i Aaret 1833 meddelt Selskabet, at han af sine Forsøg over Vandets Sammentrykning ved forskellige Varmegrader maatte slutte, at der udvikledes i Vandet omtrent  $\frac{1}{40}^{\circ}$  C. for hver anvendt Atmosfæres Tryk. Da dette kun beroede paa Slutninger af Forsøg, som vel ikke lettelig tillode en anden Opfatningsmaade, men dog ikke viste Sagen ved umiddelbar Maalning af den udviklede Varme, besluttede han sig til Forsøg herover. Af alle Midler til dette Slags Maalninger, fandtes ingen saa brugbar, som den thermoelektriske Kjæde i Forbindelse med Multiplicatoren. Man anbragte en sammensat thermoelektrisk Kjæde, som den der bruges ved de Melloniske Forsøg, i en Aabning indsleben i Bunden af den Glas cylinder, hvori Sammentrykningen foregaaer. Efterat man havde overvundet de betydelige Vanskeligheder som man møder, naar Indføiningen skal gjøres tæt, sammenlignedes den thermoelektriske Varmemaalers Gang med gode prøvede Qvægsølvsthermometre, hvorved man overbeviste sig om, at man ved den anvendte thermoelektriske Virkning havde, paa en meget liden Brøk nær een Grads Udslag paa Multiplicatoren for hver  $\frac{1}{100}$  Grad C. Man prøvede nu den ved flere Atmosfærers Tryk udviklede Varme, gennem flere Rækker af Forsøg, og beregnede Resultaterne efter Læren om Feilenes mindste Qvadrat. Det endelige Resultat er hidindtil  $\frac{1}{49,2}$  Grad C. Uagtet man baade efter Forsøgenes indbyrdes Sammenstemning og efter den Tilnærmelse, der finder Sted mellem de Resultater, som paa de to ganske forskellige Veie ere blevne opnaaede, vil han dog endnu føie et Par Forsøgsrækker til, saasnart den koldere Aarstid indtræder. Naar disse ere tilendebragte, vil Undersøgelsen over Vandets Sammentrykning først opnaae den Fuldendelse, at man kan angive Størrelsen for hver Varmegrad. Han berettede, at de heromhandlede Forsøgsrækker, vare anstillede efter hans Plan og under hans Medvirkning af den Selskabet allerede fordeelagtigt bekjendte po-



lytechniske Candidat *Colding*,<sup>1</sup> som ogsaa har udført alle Beregningerne, og derved viist baade sin Sagkyndighed og sin samvittighedsfulde Nøiagtighed.

[Kladden til den Meddelelse til Videnskabernes Selskab, hvoraf ovenstaaende er et Referat, findes blandt *H. C. Ørsteds* efterladte Papirer (Universitetsbibliotheket Pakke 17) og giver noget udførligere Oplysninger om Fremgangsmaaden ved Temperaturmaalingen; den følger herefter]:

Da det er en almindelig Lov, at der ved Legemernes Sammentrykning udvikles Varme, maatte man ogsaa søge at opdage Størrelsen af den Varmeudvikling, som foregaaer naar Vandet sammentrykkes. Jeg anstillede allerede herover Forsøg i 1821, og brugte dertil *Breguets* Thermometer under Anvendelse af 6 Atmosfærers Tryk; men ved dette blev ingen Varmeudvikling angivet. Senere anstillede *Colladon* og *Sturm* lignende Forsøg under 36 Atmosfærers Tryk, med samme Udfald. De erholdt endog en Angivelse som svarede til en Varmeformindskning, men, som de tilskreve en Ulighed i Sammentrykningen af de Metaller, hvoraf Redskabets varme-maalende Spiral er sammensat. Ved fortsatte Undersøgelser fandt jeg derimod et andet Middel til at bestemme den her forgjæves søgte Størrelse. Dette Middel fandt jeg i den Ulighed, der viser sig i Vandets Sammentrykning ved forskellige Varmegrader; denne er nemlig tilsyneladende desto mindre, jo større Vandets Varmegrad er. Dette ved første Øiekast utrolige Udfald af Forsøgene, som allerede *Canton* havde erholdt, og jeg fuldkomment havde bekræftet, gav et Middel til at finde den udviklede Varme. For at indsee dette maae man mindes at Vandet ved 4° indtager sit mindste Rum, og ved at opvarmes over denne Grad ikke udvider sig eensformigt, men faaer en større Tilvæxt i Rumfang for hver ny Grad, som kommer til, f. E. ved Overgangen fra 4° til 5° er Tilvæksten ikkun 83 Timilliondele, ved Overgangen fra 10° til 11° derimod 896 Timilliondele, ved Overgangen fra 15° til 16° er der 1515 saadanne Dele, o. s. v. Altsaa maa den ved et vist Tryk udviklede Varme forøge Vandets Rumfang desto mere jo høiere Varmegraden er, følgelig formindske Vandets tilsyneladende Sammentrykning. Ved Varmegraderne under 4° foregaaer der ved hver Formindskning af disse ogsaa en Sammentrækning, der formerer den tilsyneladende Størrelse af Sammentrykningen. Jeg fandt at et Forsøg, som jeg med mine da-værende Hjelpemidler havde kunnet anstille, lader slutte til en Varmeudvikling af omtrent 0,025° for hver Atmosfæres Tryk. Denne Undersøgelse meddelte jeg allerede Selskabet i Aaret 1833. Siden den Tid har jeg endnu givet Redskaberne til mine Forsøg adskillige Forbedringer, hvorved jeg vil kunne komme til en noget sikkrere Bestemmelse; dog har jeg allerede Vished om at den Berigtigelse, som det fundne Tal kan erholde, ikke vil ramme uden Tusinddelene. Da det er meget vanskeligt at anstille nøiagtige Forsøg over denne Gjenstand, naar man giver Vandet en anden Varme end det omgivende Rum, kan en behørigt fuldstændig Række af saadanne Forsøg ikke opnaaes uden ved at benytte forskellige Aarstider, og derfor maa jeg endnu udsætte videre Meddelelser over denne Retning af Undersøgelsen. Men selv naar denne havde faaet den største Fuldendelse, kunde man endnu ønske en umiddelbar Maalning. Hertil vare de ældre Hjelpemidler utilstrækkelige; men efter alle de Forbedringer som Varmemaalningen har faaet ved de thermoelektriske Redskaber, blev Foretagendet ikke længere umuligt. Det frembød dog mange Vanskeligheder, som først hævdes ved en Række af foreløbige Forsøg, og som det her vilde være trættende at faa udviklede. Den Indretning hvorved man blev staaende var følgende. Bunden af den Cylinder, hvori de Redskaber opstilles, der tjene til at maale Sammentrykningen gjen-nemboredes, og i den frembragte Aabning indsattes et thermoelektrisk Apparat af Antimon og Zink, ganske ligt det, som benyttes i *Mellonis* Forsøg. Dette thermoelektriske Apparat var indkittet i et Rør, paa hvis Midte var fastlodet en bred Ring, som baade tjente til at styrke Glas-rørets Bund, og til at give den Kitning, som skulde befæste Røret til Glascylinderens Bund en Udstrækning, som behørigt kunde sikre Tætheden. Det thermoelektriske Apparats Stilling var naturligvis saadan, at de to Ledere udgik fra dets nederste Deel. Glascylinderen sattes paa en Fod af Træ, som nærmest kan sammenlignes med en omvendt Kasse, hvis opadvendte Bund har

<sup>1</sup> Nu constitueret Brolægningsinspecteur.

et Hul for det thermoelektriske Apparats nederste Deel og dets Ledere, som bestaae af stærke Kobbertraade. Disse Ledere, som først nedstige lodret, faaer  $\frac{1}{2}$  Tomme nedenfor Apparatet en Bøining, som giver den største Deel deraf en horizontal Retning, hvorved det gjøres muligt at befæste Enderne godt i en af Fodens lodrette Sider. Samme Side har tillige et Udsnit, som tillader at indskyde et horizontalt Thermometer. For at vedligeholde en meget stadig Varmegrad omkring det thermoelektriske Apparats nederste Deel, fyldes Rummet under Kassen med tørt Sand. Naar Forsøg anstilledes, sattes de to Ledere i Forbindelse med en af *Gour*[?] forfærdiget meget fin elektromagnetisk Multiplicator.

Det gjældte nu først om at bestemme hvilke Varmegrader, der svarede til Virkningerne paa Multiplicatoren. Man begynder med at lade det Hele henstaae roligt i flere Timer for at Varmen deri kan sætte sig i Ligevægt; derpaa tilveiebringer man i det thermoelektriske Apparats øverste Flade en liden, men nøie bestemt Tilvæxt eller Formindskelse af dens Varmegrad, og bemærker Udslaget paa Multiplicatoren. Varmeforandringen bevirkes ved Hjælp af en Cylinder af Jernblik, som indeholdt et Par Tommer høit Qvægsølv, hvis Varme maales ved et meget fint Thermometer. Denne Cylinder er forsynet med en bevægelig Hank, som en Spand, og hidsedes ned i Glas cylinderen, saaledes at den kommer til at staae paa den øverste Ende af det thermoelektriske Apparat, hvilken Spandens Bund nøie berører. De herved frembragte Angivelser af Multiplicatoren optegnedes, og Forsøget gjentoges meget ofte; men dette maatte skee med lange Mellemrum, paa det at Varmens Ligevægt i hele Apparatet kunde gjenoprettes.

Alle de herved fremkaldte Forsøgsrækker, over Multiplicatorgradens Betydning og over Varmeudviklingen ved Vandets Sammentrykning, saavel som Beregningerne derover, bleve efter aftalt Plan udførte af den Selskabet allerede fordeeltigt bekjendte polytechniske Candidat *Colding*, som derved har viist den meest ufortrødne Flid, og den samvittighedsfuldeste Nøiagtighed.

---

## MINDESKRIFT OVER HENRIK STEFFENS

---

(VIDENSKABERNES SELSKABS OVERSIGTER. 1846. P. 28—38)<sup>1</sup>

*Mødet den 6te Marts.*

Secretairen, Conferenceraad *Ørsted* forelæste følgende Mindeskrift over *Henrik Steffens*.

Vor berømte Landsmand *Henrik Steffens* har i Løbet af forrige Aar endt sin jordiske Bane. Som Lærer ved et fremmed Lands Universiteter, havde han i mere end 40 Aar været fjernet fra den umiddelbare Virksomhed for Fødelandet, og maatte derfor staae blandt vore udenlandske Medlemmer; men han tilhørte os dog med sit fulde Hjerte. Man saae i ham et lysende Exempel paa Foreningen af en uudslettelig Fødelandskjærlighed, med en sand og varm Hengivenhed for det Land, hvorhen Forsynet havde kaldet ham. Uagtet dette er bekjendt nok, være det mig dog tilladt, at fyldestgjøre mine Følelser, ved her at beraabe mig paa egen Erfaring; thi jeg har mangfoldige Gange været Vidne til de meest

<sup>1</sup> [Findes ogsaa i: Samlede og efterladte Skrifter af *H. C. Ørsted*. Bd. 8. P. 99. Kjøbenhavn 1852.]



levende Yttringer baade af hans Danske og Tydske Sindelag, som let hos ham fik det meest veltalende Udtryk, og aldrig kom i Modsigelse, det ene med det andet.

Det er hændet *Steffens*, hvad der har hændet saa mange andre udmærkede Mænd, at de ere blevne eensidigt ophøiede af Nogle, og ligesaa eensidigt nedsatte af Andre. Naar jeg nu strax fra Begyndelsen af henvender Opmærksomheden herpaa, saa skeer dette, fordi jeg ifølge de særdeles store Meningsforskjelligheder over denne ualmindelige Mand maa vente Misbilligelse fra de to modsatte Sider, i det jeg stræber at holde mig fra begge Yderligheder. Jeg ønsker herom ikke at forstaaes saaledes, som om jeg meente at træffe det Rette ved at søge en Middelvei mellem disse; nei, det er Sandheden jeg vil søge: jeg vil redeligt stræbe at betegne og fremhæve det, hvorved han med Rette erhvervede sig Beundring. Den tro Udførelse af denne Hensigt vil lede til at vise de Grændser, indenfor hvilke han glimrede, og derved tillige antyde hvad der laae udenfor disse; Sandheden vil da, som den pleier, træffe Middelveien.

*Steffens* var født 1773 d. 2den Mai. Han bemærker selv, at hans Fødsel faldt paa samme Dag, som *Novalis's* (Hardenberg), og 3 Uger før *Ludvig Tiecks*, med hvilke han kom i saa nøie aandelig Samstemning. Hans Fødested var Stavanger, hvor hans Fader, en Regimentschirurg, dengang var bosat. Han tilbragte dog kun sine første 6 Barndomsaar i Norge; thi hans Fader forsattes allerede 1779 til Helsingør. Imidlertid havde vor *Steffens* i Anledning af hans Faders mellemkomne Forflyttelse fra Stavanger til Trondhjem, og de derved foraarsagede Reiser, seet en Deel af Norge, og derfra beholdt nogle Barndomsindtryk. Men i Helsingør, Roeskilde og Kjøbenhavn foregik hans egentlige Opdragelse. Hans Fader var en Tydsker, hans Moder var derimod Dansk, en født *Bang*, af en Slægt, som har frembragt mange dygtige Mænd, og kan regne sin Oprindelse fra *Esben Snare*. Han tilhørte saaledes ved Moder og ved Opdragelse Danmark, ved Faderen og ved en stor Deel af hans senere Liv derimod Tydskland. Vil man lægge megen Vægt paa Fødestedet, maa man endnu indrømme Norge en egen Fordring paa ham; men hellere maatte dog dette Land grunde sin Fordring paa den Kjærlighed, han havde til det, og det Venskab, som forbandt ham med Mange af dets Sønner. Man seer saaledes, at han strax fra først af tilhørte flere Lande, og droges i forskjellige Ret-

ninger, dog stedse indenfor den store Folkestammes Grændser, som omfatter baade Skandinaver og Tydskere.

Vor *Steffens's* Ynglingsalder faldt i Begyndelsen af den store Gjæringstid, som dannede Overgangen fra det attende til det nitende Aarhundrede. Han var 16 Aar, da den franske Revolution udbrød, som skulde virkeliggjøre saa mange af det 18de Aarhundredes lykkelige Tanker, men ogsaa ved skrækkende Exempler advare mod dets Vildfarelser. Men denne Tid var ikke blot en politisk Gjæringstid; der gik igjennem den en Mangfoldighed af aandelige Bevægelser, som Betragtningen af *Steffens's* Liv vil opfordre os til at stille os nærmere for Øine. Men først vil det være nødvendigt at kaste et, om ogsaa flygtigt Blik over hans Ynglingsaars udvortes Begivenheder. Han blev Student med Ære 1790, og tiltrak sig strax den almindelige Opmærksomhed, baade ved sine Aandsgaver og sin Personlighed. At han kom i Venskab med sin Tids meest begavede unge Mænd, f. Ex. de ham fra Moderens Side beslægtede Brødre *Mynster*, at han blev yndet af berømte Lærere, som *Vahl*, at han allerede vandt Bifald ved Ungdomsarbejder, vilde være en Udmærkelse for de Fleste. Med Hensyn paa Ham hørte det til Tingenes Orden.

Som bekjendt sendtes han, da han nylig havde fyldt sit 21de Aar, af det naturhistoriske Selskab til Bergen. Vi lære af ham selv, at han i denne Tid mere fortsatte den unge Aands mægtige Gjæring, end gjorde betydeligt Udbytte for Naturvidenskaben. Et vigtigt Udbytte beholdt han dog deraf, i sin Anskuelse af en stor Natur, som han først mange Aar senere førte os for Øie. Hvad han af Naturfrembringelser dog havde samlet, tilintetgjordes ved et Skibbrud, som henkastede ham i en meget forladt Tilstand paa Elbens Bredder. Vi ville her ikke opholde os ved de Gjenvordigheder, han nu en Tid lang havde at bestaae; det er nok at han kæmpede sig igjennem dem, kom til Kiel, hvor han vandt Yndest hos Mænd som *Fabricius* og *Hensler*, erhvervede den philosophiske Doctorgrad 1797, holdt Forelæsninger, og skred frem i sin Udvikling, baade ved Aandsarbejder og Omgang. *Hensler* anbefalede ham nu til *Bernstorff* og *Schimmelmänn*, for at skaffe ham et Reisestipendium, hvilket ogsaa lykkedes.

*Steffens* besøgte i denne Anledning Kjøbenhavn, og kom derved i nøie Bekjendtskab med *Schimmelmänn*. Denne aandrige, for alt



Stort og Skjønt hurtigt følede Mand, behandlede ham med en fortrolig Velvillie, som langt overgik det, vor *Steffens* havde turdet vente i sin Alder og Stilling, men som ganske stod i Overeensstemmelse med denne Stormands velbekjendte Tænkemaade, og det Liv, som herskede i den Kreds, som han og hans aandrige Hustru besjælede.

Vi henvende nu vor Opmærksomhed paa den literariske Skueplads, som *Steffens* ved sin Udenlandsreise kom til at betræde. Det var Tydskland. Overgangen mellem det attende og nittende Aarhundrede havde i Frankrig taget en praktisk Retning: i Tydskland derimod en theoretisk. De nyere Aarhundreders virksomme Undersøgelsesaand, som havde styrtet saamange Fordomme, adspredt saameget Mørke, havde i sine Udartninger paa mange Maader indskrænket Menneskeaaenden, som den i saa mange andre havde udvidet. Den havde angrebet Religion og Poesie, og selv i Videnskaben indført et Hang til at afvise det, som havde noget Skin af Overnaturlighed, f. Ex. Steenregn. Men de Udskeielser, hvortil Aandens Virksomhed en Tid lang havde ført, fandt deres Lægedom i den Kilde, hvorfra de udsprang. Nye Retninger begyndte overalt at gjøre sig gjeldende i Religion, i Digtning, i Videnskab; der dannede sig en stor aandelig Gjæringstid.

Jena og det nærliggende Weimar udgjorde paa en vis Maade Foreningspunktet for de nye Bestræbelser. I Jena vare *Fichte*, *Schelling*, *A. W. Schlegel* Professorer, *F. Schlegel* Docent. *J. W. Ritter*, som 1797 havde bekjendtgjort sin *Beweis dass ein beständiger Galvanismus den Lebensprocess begleitet*, og i Løbet af de nærmest paafølgende Aar gjorde sig end ydermere berømt, udøvede en ikke ringe Virkning. I Weimar levede *Göthe* og *Schiller*. *Novalis*, *Tieck*, *Schleiermacher* besøgte jevnligt disse Egne, eller stode i Brevvexel med dens berømte Mænd.

Det var her, hvor *Steffens* opholdt sig fra Efteraaret 1798 til Foraaret 1799, og kom i Omgang med hine mærkværdige Mænd. Med *Schelling* traadte han dog i den meest inderlige Forbindelse, og var den første Dyrker af Naturvidenskaben, der traadte over til ham, men ikke som en blot Discipel; han blev næsten strax *Schellings* Ven og virksomme Medarbejder.

Gjennemtrængt af den nye Philosophie gik han til *Freiberg*, hvor han vandt *Werners* Yndest, og udarbejdede sine *Beiträge zur innern Naturgeschichte der Erde*. Denne Bog gav en skjøn, i den

nye Naturphilosophies Charakter dannet Opfatning af den Tids Geologie, og var skreven med den Aand og Veltalenhed, som stedse udmærkede *Steffens*. Den indeholder mange dristige og skarpsindige Tanker, som vakte megen Opmærksomhed, og heller ikke have været uden Virkning hos hans talrige Læsere; men i det vi nu, efter næsten et halvt Aarhundredes Forløb skue tilbage derpaa, maae vi tilstaae os, at det ikke har beriget Videnskaben med noget saadant reent Udbytte, som her kunde fortjene at fremhæves. Det være mig tilladt, ved denne Leilighed at henvende Betragtningen paa det Misforhold, som i hin Tid fandt Sted mellem Philosopher og Naturforskere, og som endnu jevnligt fornyer sig. I den Stemning, hvori man forsattes, ved at hæve sig til det høieste Standpunkt, lod man sig henrive til en forførerisk Ringeagt mod Erfaringsvidenskaberne, dels bestemt dertil ved disses virkelige Mangler, dels ved den Mangel paa philosophisk Dannelse, som ofte fandtes hos de Mænd, som dyrkede dem. Men man vogtede sig ikke nok for at vildledes ved det, fra Tidens Philosophie og Anskuelser afvigende Udtryk, hvori de gængse Theorier foredroges. Man meente, at man i Erfaringsvidenskaberne ikkun havde med det opsamlede Stof at gjøre, og at man kunde betragte Theorierne som betydningsløse; men man oversaae, at det, som man i Erfaringsvidenskaberne kalder Theorie, egentlig er den ved tænkende Beskuelse i det Erfarede fundne Sammenhæng, med andre Ord: Fremstillingen af de Verdenslove, som aabenbare sig i en given Erfaringskreds. Det Udtryk, man giver disse Theorier, vil vistnok aldrig være frit for Præget af de Vildfarelser og Indskrænkninger, som beherskede den Tid, hvori de dannedes, og den Tvang, Sproget paalægger Tankens Fremstilling, en Tvang, som kun den bestandigt fremskridende Dannelse efterhaanden hæver; men man vil stedse misforstaae disse Theorier, naar man skiller dem fra de Erfaringer, de skulle fremstille, og man vil ikke mindre opfatte de i Videnskaben opstillede Erfaringer i et falsk Lys, naar man betragter dem uden Hensyn paa den Theorie, som har ledet deres Sammenstilling. Vil man ikke hente Stoffet i Naturen selv, men hos Naturfortolkerne, maa man aldrig glemme, at disse have benyttet den valgte Sammenstilling med, til at udtrykke deres Opfatning af Gjenstandene. Overseer man dette, saa tager man Farvepletter for et Billed.

Man gjetter let, at dette kun tildeels kan anvendes paa vor



*Steffens*, som allerede havde hengivet sig til Erfaringsnaturvidenskaben, førend han indlemmedes i den nye philosophiske Skole; men det er dog hændet ham, og flere udmærkede Hoveder, som havde lignende Forberedelse, at de ere blevne henrevne af et høiere Opsving, førend de ganske havde gennemskuet Erfaringsnaturvidenskabens Betydning, eller erhvervet sig en sand Selvstændighed i den sandselige Naturopfatning. Hvad der har vildledet saamange ualmindelige Aander, bør fremhæves til Advarsel; der gives til enhver Tid Nok, som trænge dertil. Jeg vover derfor endnu at henvise til det Vidnesbyrd Videnskabens Historie har aflagt i Sagen. Hine dristige Aander, som med saa stor Tillid troede at have fundet det Standpunkt, hvorfra Sandheden skulde opdages, have næsten intet Nyt lagt til Massen af vor Naturkundskab; men hvor mange og hvor omfattende ere ikke de Opdagelser, som imidlertid ere gjorte paa Erfaringsnaturvidenskabens Vei! Geologien har siden den Tid lidt en stor og meget betydningsfuld Omdannelse: Chemien er ikke blot bleven udvidet ved en mageløs Mængde af Opdagelser, men har faaet en Mathematik, som vel endnu er i sin Barndom, men dog allerede har udrettet meget: Opdagelsen af Lysets Interferents og dets Polarisation have givet vor Kundskab om dette en forhen ukjendt Dybde: Over Straalevarmen har en stor og indtrængende Lære dannet sig: Over Sammenhængen mellem Magnetismen og de øvrige Naturkræfter er et nyt Lys bleven udbredt; angaaende Nervesystemet har man gjort høist betydningsfulde, forhen uahnedede Opdagelser. Denne, dog saa ufuldstændige Opregnelser viser noksom, hvormeget man skuffede sig selv, ved at tilsidesætte Erfaringsnaturvidenskabens Fremgangsmaade.

Men ved at opfylde den Pligt, ikke at lade dette forbigaae uomtalt, har jeg paadraget mig to andre: jeg maa først erklære, at *Steffens* selv, som aldrig kunde være ganske hildet i hine Tidens Vildfarelse, senere vidste kraftigt at hæve sig derover, dernæst bør jeg sige, og lægge en betydelig Vægt derpaa, at den store Bevægelse, hine Tidens aandrige Mænd fremkaldte i Henseende til den videnskabelige Opfatning, har havt en vigtig Indflydelse paa Tydklands og Nordens Naturforskere, og heller ikke været uden Indflydelse paa den videnskabelige Aand i den øvrige Verden. Deres vækkende Tale har udøvet en vidtudbredt Virkning, hos mangfoldige gode Hoveder. Man kan ikke let føre denne Indflydelse til Bogs; men

den er derfor dog ikke mindre virkelig. Sporene deraf lade sig eftervise i de sidste 40 Aars bedste Værker.

Dog jeg maa vende tilbage til *Steffens's* Liv i Tydskland. Den Berømmelse, han her erhvervede sig, var overordentlig. Det var langt fra ikke hans Skrifter alene, hvorved dette opnaaedes; nei, det var meget mere ved den personlige Indflydelse, han udøvede. De, som havde hørt ham tale, især de Unge, vare henrevne af Begeistring for ham. Hans Tankeglimt fløi fra Mund til Mund, ofte langt ud over Landet, ja skinnede endog frem i adskillige unge Mænds Skrifter. Hvor han kom til en Universitetsstad var det en Fest, og man gav ham endog undertiden de meest udmærkede Æresbevisninger. Min første Udenlandsreise førte mig i Aarene 1801 og 1802 til mange af de Steder, som han eet eller to Aar tidligere havde forladt, og jeg havde mangfoldige Leiligheder til at høre Tale om den Opsigt, *Steffens* havde vakt.

Vi komme nu til den for os mærkelige Tid af hans Liv, da han vendte tilbage til Fædrelandet, og holdt Forelæsninger her ved Universitetet. Disse begyndte i October 1802, fortsattes ikke i Sommeren 1803, da han først var paa en geognostisk Reise, og siden besøgte Halle, hvor han holdt Bryllup med sin skjønne Forlovede, den berømte Capelmester *Reichardts* Datter, som han nu bragte til Kjøbenhavn. I Vinterhalvaaret 1803—1804 holdt han derimod atter Forelæsninger; men i Foraaret 1804 fik han en Kaldelse til Jena,<sup>1</sup> som han fulgte. Det var altsaa kun to Halvaar, hvori han her holdt Forelæsninger; men han virkede derved overordentligt. Det er bekjendt, med hvilken Iver disse Forelæsninger besøgtes, hvorledes de henreve, og hvilken Indflydelse de havde paa mange Tilhøreres Aandsretning. Paa Modstandere manglede det ham heller ikke. Han har selv, paa flere Steder i sin Bog: *Was ich erlebte* tilkjendegivet, at han maatte tilskrive sin egen Heftighed og Trods Meget af det Fjendskab, han mødte; men selv om hans Fremfærd havde udmærket sig ved en Ro og Beskedenhed, som vanskelig lod sig forene med hans sprudlende Begeistring, maatte han, som den første afgjorte Talsmand, der optraadte her for de nye Retninger, møde talrige Modstandere. Men al Modstand var kun svag, imod den Kraft, hvormed han henrev Flerheden. Atter her hos os hidrørte den store Virkning, han frembragte, ikke saameget fra den Lære han meddeelte, som fra den aandelige Bevægelse han frem-

<sup>1</sup> [o: Halle, se P. 537.]



kaldte. Det er ikke blot den Kundskab, en Forelæsning meddeler, hvorved den gavner; den kan virke meget, ved at sige det, hvorom man allerede havde nogen Kundskab, naar den kun vækker denne Kundskab til høiere Liv og Klarhed. Hans Veltalenhed glimrede ikke mindre hos os, end baade før og sildigere i Tydskland. Den tændte Aandens Lue hos Mange, og var for dem, som medbragte det behørigte Anlæg, et lysende Exempel. Ogsaa her virkede han, ikke blot ved sine Forelæsninger, men ogsaa ved sin Omgang. Det Liv, der sprudlede i hans Samtaler, de herlige Fremstillinger de ofte meddeelte, blandt andet af store Mænds Liv og Tanker, den elskværdige Meddeelsomhed i hele hans Adfærd, frembragte en overordentlig Virkning. Jeg har tildeels selv været Vidne til alt dette. Vel var jeg udenlands i den største Deel af den Tid, da han virkede hos os, og kom ikke hjem førend i Begyndelsen af 1804; men vort Bekjendtskab var snart fornyet. Jeg havde allerede seet ham her 1797, og ved et kort Sammentræf i Tydskland kommet ham nærmere; men her saae jeg ham ved min Ankomst allerede indlemmet i min gamle Kreds. Min Broder, *Oehlenschläger* og hans Søster (min Broders Kone) vare hans fortroligste Venner, og overalt var næsten Ingen af hans Venner mig ganske fremmed. Det som vore Bestræbelser havde fælles, førte os til en bestandigt fortsat Tankevexel, som endnu formeredes derved, at vi gjensidigen hørte hverandres Forelæsninger. Uagtet vi langt fra ikke over alle Gjenstande havde lige Mening, forstyrrede dette dog aldrig vort Venskab, som vedblev uafbrudt gennem vort hele Liv.

At den Glands, hvormed han fremtraadte, fordunklede Andre, var i Tingenes Orden; men beklage maa man, at denne Glands blændede Mange saaledes, at de ikke kunde see hvad de havde modtaget af deres gamle Lærere, og derfor omtalte disse med Ringeagt. Det maa have undgaaet deres Opmærksomhed, at alle høiere stigende Betragtninger, dersom de ikke skulle blive svævende i en ubestemt Tomhed, forudsætte den Viden, som øses af Erfaringen, hvad enten nu denne Viden omfatter Sprog, eller Historie, eller Naturen. De som ikke have vidst at sammensmelte dette vor Videns Erfaringsstof med det høiere Opsving, vil ved sine aandelige Bestræbelser kun ledes til en taaget Tilfredshed med sig selv, og Utilfredshed med al videnskabelig Viden.

*Steffens* var langt fra, selv at begunstige en saadan Retning; men

han kunde ikke forhindre, at Adskillige ved hans Forelæsninger førtes til den.

Mærkværdig er den lille Bog, han i dette Tidsrum udgav hos os, som Indledning til Philosophien. Baade Hovedtanken og Fremstillingen deri udmærker sig ved en Enkelthed og Klarhed, som maaskee Ingen af hans Tydske Skrifter i lige Grad har opnaaet. Han erklærede selv, under sit Besøg i 1824, i en Samtale med endeel Venner, som han lovede at skrive en naturphilosophisk Bog paa Dansk, at han følte forud, at han derved vilde finde sig nødt til at give sit Arbeide en større Klarhed.

Jeg har allerede nævnet, at han i Foraaret 1804 fik en Kaldelse til Halle. Hans Stilling her hos os var ikke fast, hans Indtægter ikkun ringe; Kaldelsen, som sikrede ham et godt Udkomme, var tillige meget ærefuld, og burde altsaa ikke forkastes. Vi saae med Sorg hans Bortgang, men fandt dog en Trøst i den Tanke, at denne Skilsmisse i Rummet ikke hindrede Aandernes Samqvem.

Det Haab, han havde om at finde en sikker videnskabelig Stilling i sit nye Hjem, skulde dog først i en fjern Fremtid opfyldes. Han mødte i Begyndelsen Vanskeligheder fra flere Sider, og neppe havde disse ordnet sig, førend de store Verdensbegivenheder forstyrrede hans Ro. Han havde ikke været over 2 Aar i Halle, da de Franske, efter Slaget ved Jena besatte Staden. Han omtumledes nu i en lang Række af Aar, under Forhold, som maatte være hans videnskabelige Virksomhed yderst ugunstige. Fra 1806 til 1811 var Halle endnu hans Hjemstavn, men sygnende under den westfalske Regjerings Tryk, lidet besøgt, og i en uophørlig politisk Spænding, hvori *Steffens* selv var Een af Drivefjedrene, saa at der ikke var at tænke paa den rolige videnskabelige Virksomhed, han havde ventet. Han deeltog med den største Varme i sit nye Fædrelands politiske Forhold, og gav sig ind i hemmelige, men farlige Forbindelser, sigtende til at afkaste det franske Aag. Selv hans Ansættelse ved Universitetet i Breslau, 1811, som førte ham længere bort fra det franske Herredømmes Enemærker, løste ham ikke fra Forbindelsen med de hemmelige Foretagender, som knyttede ham til Datidens store Verdensbegivenheder. Da Preussen i 1813 vilde træde op mod Frankrig, bidrog han med alle sine Kræfter til at vække Begeistring for Krigen. I et offentligt Foredrag erklærede han sine Tilhørere, at han nu ikke mere ventede at see dem i



Læresalen, men paa Kamppladsen, og at han selv gik hen at lade sig indskrive til Krigstjenesten. Man tænker sig let den Begeistring han vakte. Jeg opholdt mig den Tid dette foregik, under min anden Udenlandsreise i Paris, og fortalte en Fransk Ven Begivenheden. Den gjorde et dybt Indtryk paa ham. »O! nu blive vi slagne«, sagde han; »thi nu seer jeg hist den samme Begeistring, som vi følte i vore Frihedskrige«. *Steffens* deeltog vel med al sin Sjels Varme i Krigen; men det var ikke som praktisk Kriger at han skulde tjene Tydsklands Sag: dertil vare mange tusinde Andre mere skikkede; men hans Ord og Tale havde gjort Tjeneste for Hundreder.

Selv efter Freden kom han ikke til Ro. De ved Krigen vakte Kræfter vedbleve at frembringe allehaande Gjæringer, og *Steffens* kunde ikke undlade at deeltage deri; maaskee saameget mindre, som Breslau frembød en altfor lille Tumleplads for hans Lærervirksomhed. De politiske Omdrev, og blandt andet Turnvæsenet, mishagede ham, og han optraadte mod dem med den Iver, som altid besjælede ham. Det er vanskeligt, midt under saa heftige Partikampe, at træffe det Rette, og endnu vanskeligere derved at undgaae Spændinger med gamle Venner. *Steffens* undgik heller ikke dette, og oplevede mangan Sorg deraf. Senere indviklede Kirkeunionen ham i nye, levende Stridigheder. Alle disse Forhold vilde det vistnok være lærerigt at betragte nøiere, især Gangen i hans religiøse Overbeviisninger, men enhver Yttring herover, billigende eller misbilligende, fremsat uden en omstændelig Udførelse, vilde kun lede til Misforstaaelser, som allermindst burde fremkaldes fra dette Selskab.

Under al den Livets Uro, som vi her have seet, fandt han dog Tid til at berige Literaturen med betydelige Skrifter, tidligere naturphilosophiske og mineralogiske, senere politiske og religiøse. Maaskee maa man dog til hans vigtigste Arbejder henregne de omfattende Romaner, vi have fra hans Haand. De have aabenbar den Hensigt, at udtale og tillige at klare Tidsalderens Tankeretninger, men derhos finder man deri de herligste Fremstillinger af Natur og Menneskeforhold, saa at disse Digtninger ere ligesaa tillokkende, som lærerige. Af naturvidenskabelige Skrifter have vi fra hans senere Tid blot *polemische Blätter*, hvoraf kun to Hefter udkom; men hvis Afbrydelse vi meget maa beklage, dels ved at see hen til de aandrige Bemærkninger disse to første Hefter indeholdt, dels

for de Udsigter, de aabnede til en Forstaaelse mellem Naturphilosopherne og de øvrige Naturforskere.

Spørge vi nu om den Uro, hvori han gjennem den største Deel af hans Liv omtumledes, ene maa tilskrives Begivenhedernes Gang, er Svaret ei vanskeligt at finde. Disse Begivenheder, saa store og indholdsrige de end vare, kunde dog ikke indeholde Hovedaarsagen. De Bevægelser, som henreve ham, vare ikke snartforbigaaende Virkninger af enkelte Begivenheder, men Følger af hans hele Personlighed. Med al hans Sands for den ydre Verden, fordybede han sig dog ofte saaledes i den indre Verden, han skabte sig selv, at han kom til at oversee de fleersidige Forhold, som maa opfattes, i det man vil gribe ind i Omgivelsen. Han lededes herved ofte til at fatte mindre heldige Beslutninger, og hans store Fyrighed lod ham skride strax fra Tanke til Udførelse, saa at han udvikledes i Strid, snart med hans Venner, snart med hans Colleger, snart med Universitetets Bestyrelse, og deriblandt med Ministeriet for Underviisningen. Men de Spændinger, hvori han kom, vare sjældent uopløselige: han var ligesaa forsonlig som fyrig, saa at han baade selv var rede til at hæve de fjendtlige Forhold, og blandt velsindede Modstandere let fandt Aander, som paa ny kom ham imøde. Det blev ham derfor givet at tilbringe sine sidste Dage under meget tilfredsstillende Forhold. Han havde som Professor i Breslau allerede 1818 havt den Lykke at blive bekjendt med Preussens aandrige Kronprinds, den nuværende Konge, som fattede en, siden altid bevaret Godhed for ham. Ved denne Fyrstes Gunst blev han i Aaret 1832 kaldet til det Berliner Universitet, hvor han, efter nogle af de Kampe, han saa vanskeligt undgik, opnaaede et mere fredeligt Forhold til Omgivelsen, end han i en lang Række af Aar havde kunnet erhverve. Han fandt i Berlin Mange af sin Kones nærmeste Slægtskab, og adskillige af sine ældste Venner, som *Schleiermacher*, hvem dog Døden snart frarev ham, *Tieck*, og i de sidste Aar *Schelling*. Hans huuslige Stilling var ved hans Konges Gunst bleven sorgfri, og var ved hans elskværdige Kone og Datter ligesom altid før lykkelig, hvortil kom, at den her forskjønnedes ved den hos ham sig ofte samlende betydelige Vennekreds. Sit Fødeland, som han i Mellemtiden adskillige Gange havde besøgt, og som altid havde modtaget ham med Kjærlighed, besøgte han atter 1840, og var tilstede ved Kroningen, hvortil Kongens Naade havde skjænket ham en Indbydelse, og deeltog i de



Skandinaviske Naturforskeres Forsamling, hvor man to Gange havde den Glæde, at høre hans veltalende Røst. Dette var hans sidste Ophold blandt os; men i Fraværelsen vedligeholdte han, som man kunde vente af ham, sin Kjærlighed til det gamle Fædreland, og sin Interesse for Alt, hvad der vedkom dette. Endnu i sine sidste Dage gav han nye Beviser derpaa, ved et skriftligt Arbejde over Underviisningsvæsenet, og navnlig om Sorøe Akademie, som han tilstillede *Hans Majestæt Kongen*. Han erkjendte i sine sidste Aar med Taknemmelighed sin Lykke, og yttre i sit Levnetsløb paa flere Steder sin Glæde over at de to ved Aand og Dannelse udmærkede Konger, som staae i Spidsen for de to Lande, som hans Hjerte omfattede med den største Kjærlighed, hædrede ham med en saa smigrende Bevaagenhed, og derved flettede en ny Blomst i den Krands, som ræktes ham af begge Landes Borgere.

---

## MINDESKRIFT OVER J. D. BRANDIS

---

(VIDENSKABERNES SELSKABS OVERSIGTER 1846. P. 39—41.)<sup>1</sup>

Mødet den 20de Marts.

Secretairen, Conferentsraad *Ørsted*, forelæste et Mindeskrift over Conferentsraad *Brandis*:

*Joachim Dietrich Brandis* var født i Hildesheim 1762, den 12te Marts, af en anseet patricisk Familie. Han studerede ved det Göttinger Universitet i den første Halvdeel af Firesindstyveaarene i forrige Aarhundrede, paa en Tid da dette Universitet nød den høieste Anseelse i Tydskland, og talte Mænd, som *Blumenbach*, *A. G. Richter*, *Lichtenberg*, *Heyne*, *Kästner*, blandt sine Professorer. *Brandis* udmærkede sig tidligt, og vandt ved et Priisskrift over de fede Oliers Natur en Præmie ved den første Priisuddeling, som fandt Sted ved det Göttinger Universitet, nemlig den 4de Juni 1785. Aaret efter, 1786, blev han Doctor i Medicinen. Endnu i samme Aar holdt han Forelæsninger som Privatdocent. Han blev dog nu ikke længere ved Universitetet; men den aandrige og lærde unge Mand havde under sit Ophold vundet Yndest og Venskab hos sine

<sup>1</sup> [Findes ogsaa i: Samlede og efterladte Skrifter af *H. C. Ørsted*. Bd. 8. 117. Kjøbenhavn 1852.]

berømteste Lærere; blandt andet havde *Blumenbach* foreslaaet ham, til at deeltage som Naturforsker i den Jordomseiling, paa hvilken *Georg Forster* gjorde sig berømt, og *Kästner* lod ham deeltage i den Oversættelse, han udgav af det Svenske Vetenskapsacademiens Skrifter. Allerede 1787 blev han Landphysicus i det Hildesheimske Amt Steuerwald, 1788 Sanitetsraad i Hildesheim, 1790 Brunsvigsk Hofraad, Læge i Holzminden og Badelæge i Drieburg, hvor han opholdt sig om Sommeren. Saa mange Forfremmelser havde han allerede opnaaet, da han var 28 Aar gammel, men han retfærdiggjorde de Forventninger, man havde om ham. Drieburger Badet hævedes ved ham til en stor Anseelse, som endnu forøgedes ved hans 1792 udgivne Bog over Brugen af dette Vand. 1795 udgav han sin Bog, »über die Lebenskraft«, som blev optaget med udmærket Bifald. Sin utrættelige Flid viste han ved endnu samme Aar at udgive en Oversættelse af *Abernethys* physiologiske og chirurgiske Forsøg, og begynde Oversættelsen af *Darwins* berømte Zoonomie, som i de nærmeste Aar derefter fuldendtes. Den bestaaer, som bekjendt, af 3 Dele.

Han udgav videre 1798 sin Bog over Metastaserne, og 1802 Erfaringer om Jernmidlerne i Almindelighed, og Drieburger-Vandet isærdeleshed.

I Aaret 1803 blev han kaldet til Professor i Kiel, med Tittel af Archiater. Han underviste her med meget Held i Medicinens Theorie og Praxis, bevirkede Stiftelsen af et Hospital og havde stor Deel i Stiftelsen af Sanitetscollegiet i Kiel, hvis Director han blev. Han vedblev imidlertid, ligesom stedse forhen og siden, at virke som Skribent. Han udgav blandt andet i dette Tidsrum sin Pathologie 1808.

Han forblev kun i Kiel indtil Efteraaret 1809, da han forflyttedes til Kjøbenhavn, fornemmelig som Læge for Hendes Majestæt den daværende Dronning, nuværende Enkedronning. I denne Anledning blev han i Aaret 1810 udnævnt til Kongelig Livlæge.

Fra denne Ansættelse blev Danmark hans stadige Opholdssted. Han vedblev, som man kunde vente, sin Skribentvirksomhed. Vi ville ligesaalidet her, som med Hensyn paa de øvrige Tidsrum, forsøge en Opregning af alle hans Skrifter og Afhandlinger, men nævne blot følgende:

Über psychische Heilmittel und Magnetismus 1817.

Über humanes Leben 1825.



Über den Unterschied zwischen epidemischen und ansteckenden Fiebern 1831.

Nosologie und Therapie der Kachexien 1ster B. 1834, 2ter B. 1839.

Über Leben und Polaritæt 1836.

I Aarene 1812–1814 holdt han efter Opfordring medicinske Forelæsninger her, som erindres med varm Taknemmelighed af hans dygtigste Tilhørere.

Som praktisk Læge nød han ligesaavel her, som paa sine tidligere Opholdssteder stor Anseelse. Hans Lægepraxis var ikke udbredt, men meget vigtig. Han holdt ikke af at raadspørges om Smaating, med mindre disse angik Personer, for hvem han havde Interesse; men i vanskelige Tilfælde var han beredt til Hjælp. Hans vidunderlig skarpe Blik lod ham i Bedømmelsen af en Sygdom hurtigt opdage, hvorpaa det kom an, og i Farens Øieblik træffe sit Valg med snarraadig Dristighed. Han havde derfor den Glæde at redde mangan et Liv, hvorom man havde opgivet Haabet. Hans kraftige Personlighed udøvede en stor Indflydelse paa de Syge, dels ved at indgyde dem Tillid, dels endog ved at udøve et Slags aandelig Tvang over dem. Han mindes og vil endnu længe mindes i mange Familier, hvor hans Nærværelse bragte enten Hjælp eller Trøst.

Den samme kraftfulde Personlighed, som han viste i Udøvelsen af Lægekunsten, yttrede sig i hans Omgangsliv. Han viste sig der ildfuld, underholdende, rig paa allehaande Minder, lærd og erfaren i mange Retninger, hurtig til vittige Svar.

Det manglede ikke hans Fortjenester paa behørig Paaskjønnelse. I Aaret 1809 blev han Ridder af Dannebrogen, 1811 Etatsraad, 1826 fik han Dannebrogsmændenes Hæderstegn, 1828 blev han Conferentsraad, 1836 Commandeur af Dannebrogen.

Da han 1836 havde tilbagelagt 50 Aar, siden han blev Doctor i Medicinen, erholdt han fra det Göttinger Universitet et Jubeldiplom, og fra vort Universitet baade Jubeldiplom som Doctor i Medicinen og Æresdiplom som Doctor i Philosophien. Det Kieler Universitet sendte ham en udmærket skjøn Lykønskningsskrivelse. Fra Sundhedsscollegiet i Kiel tilstilledes der ham ligeledes en Lykønskningsskrivelse. Fra det Kongelige Huus modtog han kostbare Foræringer. En Forening af Medborgere, som paaskjønnede hans Værd, sendte ham ogsaa en udmærket Foræring bestaaende i en Bordopsats af Sølv,

forfærdiget efter *Bissens* Tegning ved *Dahlhof*.<sup>1</sup> Dette Kunstværk skal efter hans Ønske bevares som Familieeiendom.

Han havde været 3 Gange gift, nemlig: Første Gang 1788 — 1790 med *Juliane Link*, Søster til den berømte Botaniker *Link*, og Enke efter Dr. *Schnekker*, som havde havt megen Indflydelse paa hans videnskabelige Dannelse. Af dette Ægteskab havde han sin berømte Søn, *Christian August Brandis*, Professor i Bonn, og en Datter, som blev gift med hans Broder. Hans andet Ægteskab var med *Henriette Wilhelmine Vorthmann* (død 1817), med hende havde han 4 Sønner og 1 Datter, af hvilke to Sønner, bortreves medens Faderen levede. Det tredie Ægteskab var med *Jane Markoe* (1818), som værdigt forskjønnede de sidste 27 Aar af hans Liv, og nu tilligemed en Søn og en Datter beklager hans Død.

Den 29de April endte han sit lange, hæderlige Liv.

---

## EN UNDERSØGENDE DIALOG, HENHØRENDE TIL DET SKJØNNES NATURLÆRE

---

(VIDENSKABERNES SELSKABS OVERSIGTER. 1846. P. 89—90.)<sup>2</sup>

Mødet den 12te Juni.

Conferentsraad *H. C. Ørsted* forelæste en undersøgende Samtale, henhørende til det Skjønnes Naturlære, og som nærmest knyttede sig til Vandspringet; men ved denne Betragtning af en bestemt Gjenstand, mener Forfatteren tillige at belyse en Deel af det Skjønnes Naturlære i Almindelighed. Grunden til den Fornøielse, et Vandspring opvækker hos os, er den Mangfoldighed af Naturtanker, som udtrykkes deri. Vel gjør man sig under Nydelsen ikke Rede derfor; men vor indre Sands, som er frembragt og indrettet efter de samme Fornuftlove som den ydre Natur, føler en Tilfredsstillelse ved Indtrykket af de under en Enhedsform sammentrængte Naturtanker. Allerede det, at Vandet stiger imod Tyngden, fremkalder Følelsen af en skjult løftende Kraft. Den stigende Tykkelse af Vandstraalen, fremstiller os en fortsat Voxen, og meddeler os derved Følelsen af en alle Dele gjennemtrængende

<sup>1</sup> [c: Dalhoff.]

<sup>2</sup> [Samme Emne i: »Aanden i Naturen« I. P. 37—54. 2. Udg. Kjøbenhavn 1851.]



lovbunden Virksomhed. Straalens Adsplittelse i utallige Draaber, hvorved der for Øiet ligesom dannes mangfoldige nedhængende Grene, forstærker endnu denne Følelse. Draabernes paraboliske Baner fremstille uagtet mangfoldige smaa Afvigelser, een Hovedform, Udtrykket af en rig Tankeeenhed. Den Lysets Brydning og Tilbagekastning, som bevirkes ved alle disse bevægede Draaber, og nærmere bestemmes ved de i dem foregaaende Svingningsbevægelser, forøger endnu Indtrykkets Mangfoldighed og Livelighed, uden at træde ud af den Grundeenhed i Virkningen, som sammenholder det hele Indtryk. Den svage næsten umærkelige Lyd, som Draaberne foraarsage ved deres Vexelvirkning med Luften, og den stærkere, som de frembringe ved deres Fald, staaer ikke mindre under samme Eenhedslov. Saaledes erholde vi da en sammenstemmende Virkning paa vore to ædleste Sandser. Det forstaaer sig at meget smaa Vandspring ikkun frembringe en ubetydelig Virkning paa os, ja vel endog ved Bitanker, f. Ex. om en mislykket Bestræbelse kunne frembringe et ugunstigt Indtryk; men dette henhører til de i Sagens egen Natur begrundede Undtagelser. Nogle ganske usædvanligt høie og stærke Vandspring frembringe et i adskillige Henseender forskjelligt Indtryk fra det vi modtage fra de andre. De have, naar de betragtes i Nærheden ikke samme Overskuelighed, og frembringe en altfor stærk Lyd; derimod opvækker Kraften og Størrelsen et Indtryk, som er beslægtet med det Ophøiede. Han gjør opmærksom paa at det Ophøiede, det Livfulde og det Harmoniske i Naturen ere tre Grundformer for Ytringen af det Aandelige deri. Endeligen besvares den Indvending, at denne hele Betragtningssmaade af det Skjønne kunde synes altfor materialistisk, ved at bemærke, at hele Naturen er Frembringelsen af den evige Aand, og at det altsaa er denne, som gennem Naturen virker paa os.

---

## FOREDRAG OVER KUNDSKABSEVNENS VÆSENSEENHED I DET HELE VERDENSALT

(VIDENSKABERNES SELSKABS OVERSIGTER. 1846. P. 117—122.)<sup>1</sup>

*Mødet den 18de December.*

Conferentsraad *Ørsted* meddeelte Selskabet sit i den sidste Tydske Naturforskerforsamling holdte Foredrag over Kundskabsev-  
nens Væsenseenhed i det hele Verdensalt. Indholdet var følgende:

Denne Gjenstand kunde vel ved et flygtigt Øiekast synes Naturvidenskaben uvedkommende; men, naar Sagen betragtes nærmere, seer man klart, at den ikke kan være udelukt derfra; thi Naturvidenskaben maa afhandle vore Kundskabsorganer, det er, alle de Indretninger i vort Legeme, hvorved det Aandelige modtager Indtryk udenfra, og virker tilbage paa Yderverdenen; kun de sidste Grunde til al vor Kundskab overlader den uberørt til Metaphysiken.

Den Væsenseenhed, hvorom her handles, kan bestaae med den største Mangfoldighed, hvorpaa vi allerede have Exempler nok i de samme Organers Forskjellighed hos de levende Væsener paa vor Jordklode. Naturligviis maae vi forudsætte langt større Forskjelligheder for Yttringerne af samme Væsenseenhed paa de andre Kloder.

Imod denne Undersøgelse over Kundskabsevns almindelige Væsenseenhed kunde der ogsaa gjøres den Indvending, at den skulde være overflødig, da Kundskabsevnens er Tænkeevnen, og Tænkningen ikke nogetsteds i det hele Verdensalt kan være forskjellig fra sig selv; altsaa blev noget her gjort til Gjenstand for Undersøgelsen, der ganske forstaaer sig af sig selv. Men om man ogsaa villigt tilstaaer, at den vel gennemførte Tænkning over Tænkningens Natur fører til den Indsigt, at Kundskabsevnens overalt er den samme, vil det dog paa den anden Side ikke kunne nægtes, at denne Indsigt ikke opnaaes paa alle vore Udviklings Stadier. Imidlertid er dette ikke den Side, hvorfra Undersøgelsen fornemmelig skal anbefale sig; men meget mere derved, at den fremstiller Sagen fra en anden Side end Metaphysiken, og ved at føre Sandheden nærmere frem for Anskuelsen paa den meest levende Maade indlemmer den i Menneskets Verdensanskuelse.

<sup>1</sup> [Samme Emne i: Amtlicher Bericht über die 21ste Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte in Kiel 1846. P. 61—77. Kiel 1847. — »Aanden i Naturen«. I. 2den Udg. P. 125—147. Kjøbenhavn 1851.]



Det første Skridt i Undersøgelsen er, at overbevise sig om, at Naturlovene ere Fornuftlove; det næste, at see deres Gyldighed over det hele Verdensalt. Herfra gaaer man over til at indsee, at Væsener som leve paa andre Verdenskloder, ikke kunde opfatte Tingene rigtigt, med mindre deres Opfatningsevne i sit hele Væsen var beslægtet med vores. Men af Naturlovenes Almeengyldighed følger der ogsaa, at Beboerne af alle planetariske Verdenskloder frembringes efter samme Love som Jordens, og altsaa maa have en Grundlighed i deres Kundskabsorganer. Om Beboere af Sole eller af Kometer, om nogen der findes, kan dette Sidste ikke siges; men det staaer dog fast, at Gjenstandene for deres Kundskaber ere de samme Naturlove underkastede, og følgerigt Kundskabsevnen maa have den Lighed med vores, som udkræves til at fatte disse Love.

Den Tankegang, hvorved Erfaringsnaturlæren kommer til Indsigten om, at Naturlovene ere Fornuftlove, gaaer ikke ud fra nogen Betragtning over Naturlovenes Viisdom, i Henseende til hvilken man let kommer i Vildfarelse, naar man ikke først kjender deres Fornuftnødvendighed; men beroer derpaa, at man seer hvorledes det, som Fornuften indseer, bekræftes i Naturen, Vel komme vi ofte først til at indsee Naturlovenes Fornuftstemmighed, efterat vi have fundet dem i Erfaringen; men ofte iler ogsaa Tænkningen forud for Erfaringen, og finder det Tænkte bekræftet af Naturen, saa at man i utallige Tilfælde kan sige: hvad Fornuften lover, det holder Naturen.

For paa Erfaringsvidenskabens Vei at vise Naturlovenes Almindelighed, gennemgaaes de forskjellige Klasser af Naturlove. De Bevægelsens og Tiltrækningens Love, som vi opdage i Virkningerne her paa Jorden, gjenfindes i Verdensklodernes Bevægelse. Blandt Exemplerne herpaa fremhæves her blot, at ligesom man fra de paa Jorden fundne Bevægelseslove har sluttet til vor Maanes, kunde man atter fra vor Maanes Bevægelseslove slutte til dem paa Jorden. Nu kjende vi ogsaa Lovene for Bevægelsen af de Maaner, som høre til andre Planeter, f. Ex. Jupiter; altsaa kan man fra disse Love slutte til dem, som gjælde for Tiltrækningen og Bevægelsen paa Planetens Overflade; ja vi kunne endog ikke blot indsee som en almindelig Sandhed, men endog bestemtere vise, at disse Love gjøre sig gjældende gennem hele Hovedplanetens Masse, idet at dens Figur findes at være dannet efter samme Love som Jordens. Ved Siden af denne Eenhed er der Uligheder nok paa de forskjel-

lige Planeter, i Henseende til Længderne af deres Dage og Aar, deres Vægtfylde o. s. v.: kun ere alle disse Forskjelligheder indbefattede under de samme Love.

Fornuftstemmigheden i Lysets Love er ligesaa aabenbar som i de mekaniske. At dets Love gjælde over det hele Verdensalt, kan ligeledes vises af de astronomiske Iagttagelser. Allerede Kikkerterne og alle de øvrige kunstige Synsmidler, som anvendes ved Himmelbetragtningen, viser, at Lyset fra de fjerneste Sole brydes, tilbagekastes, danner Billeder ligesom Lyset fra de jordiske Gjenstande. Den lige Hastighed af det Lys, som kommer til os fra alle Verdenskloder, den fuldkomne Lighed i de Love, hvorefter Lyset fra dem alle tilsteder Farveudvikling, polariseres, viser Interferentser o. s. v. give en overflødig Bekræftelse paa det samme. Ogsaa ved Siden af denne Lighed frembyder Uligheden af Lysstyrke, af Farver, af Legemernes Foranderlighed ved Lyset Forskjelligheder nok indenfor de samme Loves Grændse.

Hvad de chemiske Naturlove angaae (Ordet tages her i sin videste Betydning) da er det vel ikke saa let at vise deres Fornuftssammenhæng heelt igjennem; men dette hidrører kun derfra, at Videnskaben herom er kommen senere til Verden: imidlertid er det allerede nu en stor videnskabelig Erfaring, at deres Sammenhæng mere og mere er bleven klar, jo fuldstændigere og nøiagtigere vore Kundskaber ere blevne. Blandt andet er Eenheden i de elektriske og magnetiske Virkninger paa en meget omfattende Maade bleven udviklet, og deres Sammenhæng med Lys og Varme sat udenfor al Tvivl. Sammenhængen mellem disse Virkninger og de chemiske Virkninger i Ordets mere indskrænkede Betydning og disse sidstes egen indbyrdes Sammenhæng, er ligeledes bleven alt klarere og klarere fremstillet.

For at vise disse Loves Gyldighed ogsaa for andre Kloder, fæstes Opmærksomheden først paa Legemernes almindelige Egenskaber. At alle Verdenskloderne have Udstrækning og Figur, bevise Iagttagelserne aabenbart. Tyngdens Almindelighed følger af Verdensklodernes Bevægelseslove. Men af Tyngden, det er: Bestræbelsen mod Midtpunktet, følger atter, at enhver Deel indenfor Overfladen maa gjøre Modstand mod dem i Overfladen, som vilde trænge derind. Hvor disse Egenskaber findes, kunne Sammenhængskraft og Delelighed ikke savnes.

At Varmelovene ikke ere indskrænkede til vor Klode, vises alle-



rede ved den fuldkomne Lighed mellem de af Solstraalerne ved Brydning udviklede Varmestraaler, med tilsvarende her paa Jorden. Men den Overbeviisning, vi nu have om at Lys og Varme begge frembringes ved Æthersvingninger, som blot ere forskjellige ved deres Hastighed, henviser til samme Almindelighed. Da Legemerne øvrige Varmeforhold staae i den inderligste Sammenhæng med Straalevarmen, og denne blandt andet overalt, hvor den træffer Modstand i Legemerne, frembringer Udvidelse, Overgang til Vædske- eller til Lufttilstand, alt efter Virkningens Grad, kan man ikke tvivle om, at de samme Varmelove gjælde overalt, hvor der ere Legemer.

Maaden, hvorpaa de elektriske og magnetiske Virkninger frembringes, hænger saa nøie sammen med Legemlighedens Natur, at de ligeledes maa fremkomme, og fremkomme efter samme Love, følge samme Love, overalt hvor Legemer komme i Vexelvirkning med hverandre.

Stoffernes Foreninger og Adskillelser beroe atter paa de samme Kræfter, som de elektriske og magnetiske Virkninger, ja kunne ofte frembringes ved disse, efter Love, som ikke kunne være indskrænkede til vor Jordklode. Hertil kommer, at Meteorstenene bringe os Budskaber fra Himmelfrummet, som vise at Materien hist endog har en større Lighed med Jordklodens, end vi havde vovet at formode.

Men dersom nu alt det, som omgiver en Beboer af en anden Klode, foregaaer efter de samme Love som her hos os, kan han jo ikke optage den ham omgivende Natur i sin Bevidsthed, uden at have Evne til at opfatte Lovene selv; men disse Love ere Fornuftlove: han maa da opfatte Fornuft, følgelig have Fornuft. Dette er saa klart i sig selv, at det ikke trænger til at oplyses ved Exempler: kun for at lade Opmærksomheden dvæle længere derved, gives nogle, blandt andet, at en Beboer af en anden Planet aldeles ikke vilde kunne beregne Aarets Løb eller noget af alt det, man kunde sige at henhøre til Verdensuhrets Gang, uden at kjende de samme Love som vi. Dersom Nogen vilde opvække Tvivl om Rigtigheden af Jordbeboernes Kundskab, kan netop den Sikkerhed, hvormed vi forudsige Himmelbegivenhederne, endogsaa mange Menneskealdre førend de indtræffe, noksom tjene til Svar.

Blandt de paa flere Steder i Foredraget givne Exempler paa de

Uligheder i Opfatningen, der kunne bestaae med Væsenseenheden, fortjener maaskee den Bemærkning at fremhæves, at det let er muligt at andre Kloders Beboere kunne see ved langsommere Æther-svingninger, end dem, som findes i vort Lys, f. Ex. som de Æther-svingninger, der frembringe Varme, eller ved hurtigere, som de usynlige Straaler, der frembringe visse chemiske Virkninger. Ja de kunne overalt have en mere omfattende Lyssands end vi. For os ligger Antallet af Svingningerne i det brydbareste og mindst brydbare Lys imellem Forholdstallene 1 og 2. Vi forholde os til Lyset som den, der ikkun har Sands for een Octav i Tonerækken. Hvad hindrer, at andre Væsener kunne have Sands for flere Lys-octaver?

Endelig fortjener denne Undersøgelse endnu at tages fra en anden Side. Det staaer i vore Tider ikke mere til at nægte, at alle Planeterne ere dannede efter de samme Love som Jorden: have f. Ex. været flydende, førend de bleve faste, have ved Dreiningen om deres Axer faaet samme Figur som Jorden o. s. v. Men med Jorden har det Dyr- og Planterige, som nu findes derpaa, og de, som eengang have været paa den, udviklet sig. Mennesket selv er en Naturfrembringelse i denne Række. Men efter de samme Naturlove maae de fornuftige Sandsevæsener paa de andre Planeter være frembragte. Deres Kundskabsorganer ere da dannede efter de samme Love, og kunne da ikkun tjene en Aand, som er beslægtet med vores. Dette kunde synes at lede til Materialisme; men hertil svares, at ligesaa vist som det er, at Mennesket er en Naturfrembringelse, er det ogsaa, at Naturen er en Guddomsfrembringelse: og saaledes tabes ikke Bevidstheden om vort Væsens guddommelige Kilde, ved at tilstaae Naturen sin Ret.

Forfatteren slutter med disse Ord: Gjennem det hele Verdensalt er der udspreedt Væsener med Evner til at fatte Gnister af Guddomslyset, og Gud aabenbarer sig for disse Væsener gjennem den dem omgivende Verden, vækker den i dem slumrende Fornuft, ved den Fornuft, som hersker i alt det, der gjør Indtryk paa dem, og han lader dem atter gjøre desto dybere og mere omfattende Blik i den legemlige Tilværelse, jo mere deres egen Fornuft vækkes, saa at de finde sig forsat i en uophørlig levende Udvikling, som efter at have naaet et vist Punkt, bortfjerner dem mere fra den Indbildning, at den haandgribelige Masse er Tilværelsens Grundvold, og fører dem



til at vide og beskue sig selv, med Aand og Legeme, som Led af et uendeligt Fornufttrige. Naturvidenskabens Sandheder slutte sig saaledes med stedse voxende Inderlighed til Religionen.

---

## OM FARADAYS DIAMAGNETISKE FORSØG

---

(VIDENSKABERNES SELSKABS OVERSIGTER, 1847, P. 47—49.)

Mødet den 23de April.

Conferentsraad *Ørsted* foreviste de høist mærkværdige Forsøg, hvorved *Faraday* har opdaget den Virkning, han kalder den diamagnetiske, og den Forandring Magnetkraften kan frembringe i visse gjennemsigtige Legemer, ifølge hvilken de bringes til at dreie Polarisationsplanet af gennemgaaende, allerede forud polariseret Lys. Det er nu noksom bekjendt, at *Faraday* kalder de Legemer diamagnetiske, som frastødes af begge Magnetpoler, hvorimod de, som vi kalde magnetiske, naar ingen fast Polarisation forud er bragt i dem, tiltrækkes af begge. Disse to forskjellige Klasser af Legemer faae ogsaa ved Indvirkningen af en Magnet eiendommelige Retninger, naar de have en afgjort større Længde end Brede, og ere behørigt ophængte saaledes, at de med Lethed kunne dreie sig horizontalt. De magnetiske Legemer dreie sig da saaledes, at de pege hen mod de to Magnetpoler, hvilket vi kalde, at tage den magnetiske Retning; de diamagnetiske derimod stille sig lodret paa den magnetiske Retning, som kan forklares deraf, at begge deres Endepunkter frastødes af Magnetpolerne.

Blandt alle hidindtil undersøgte Legemer er der intet, som i saa høi Grad er skikket til at lide den Forandring af Magnetten, hvorved Polarisationsplanet af det gennemgaaende Lys forandres, som et vist Slags Borax-Bly-Glas, som aldeles ikke forekommer i Handelen, men hvoraf *Faraday* havde nogle Stykker fra et tidligere, for mange Aar siden afbrudt chemisk Arbeide. Næst efter dette er Flintglasset beqvemmest til at vise denne Virkning. Man lader da af klart Flintglas danne en Cylinder med parallelle og glatslebne Endeflader. Gjennem denne lader man Lys, som allerede er polariseret, gaa parallelt med Axen, og derpaa møde en polariserende Krystal, som

omdreiet til en vis Stilling ikke tilsteder Lys af en given Polarisation fri Gjennemgang.

Iagttageren stiller nu denne Krystal først saaledes, at den lader det polariserede Lys komme til hans Øie, men dreier den derpaa saalænge om, indtil han næsten intet Lys mærker. Nu lader man Magnetkraften indvirke paa Flintglascylindren, og Øiet modtager Lys. Medens Indvirkningen varer, kan man videre dreie Krystallen saaledes, at Lyset forsvinder. Er dette skeet, vil man modtage Lys, saasnart man lader Magnetvirkningen ophøre.

Dette er korteligt Hovedindholdet af disse vigtige Opdagelser. Det var dog ikke Ø's Hovedøiemed at meddele disse, som allerede kunne erfares baade af *Faradays* Afhandlinger og af mange Tidskrifter; men han troede at det vilde have Interesse for Selskabet at see de didhørende Forsøg. Man behøver hertil betydelige magnetiske Kræfter. Med meget stærke Staal magneter kan man vel frembringe disse Virkninger i en ganske ringe Grad, men til at see dem ret klart og bestemt, og navnlig Virkningerne paa Lysets Polarisation, ere de stærkeste Elektromagneter nødvendige. Universitetets physiske Instrumentsamling har nylig faaet en ganske mægtig Elektromagnet, om hvilken der maaskee ved en anden Leilighed kan være mere at berette; men her ville vi indtil videre indskrænke os til at sige, at den er dannet af fortrinligt blødt Jern, som let skifter de Magnetpoler, Jorden frembringer deri, naar man paa behørig Maade forandrer dens Stilling. Den veier 220 Pund, er dannet som et stort latinsk U, hvis Høide er  $2\frac{1}{2}$  Fod, hvis Grene staae i en Afstand af 8 Tommer, og have  $3\frac{1}{2}$  Tomme i Gjennemsnit. Den er overtrukken med fernisseret Scherting, og er omgivet af en Spiral, som man har tilveiebragt, ved at lade støbe to hule Cylindere af Kobber med en liden Tilsætning. Disse Cylindere ere blevne udskaarne til Spiraler, og man har, for at hindre den indre Berøring mellem Vindingerne, anbragt oliede Papskiver mellem dem. Længden af den Kobberstrimmel, som danner Spiralen, er, naar den tænkes lige, 900 Tommer, og dens Gjennemsnitsflade  $\frac{1}{6}$  Kvadrattomme. Der anvendtes 30 *Bunsenske* galvaniske Elementer, forbundne til eet, for at frembringe den brugte elektromagnetiske Virkning. Dens Virkninger ere saare mægtige; men man har endnu ikke faaet dem bestemt i Vægt, hvortil der iøvrigt er truffet Foranstaltninger.

De *Faradayske* Forsøg lade sig med tilstrækkelig Bestemthed



udføre ved denne Elektromagnet. Man har ogsaa begyndt dermed at anstille nogle nye Forsøg, til Gjenstandens videre Undersøgelse. Forsaaavdt de føre til nogen nærmere Oplysning, ville de i sin Tid blive bekjendtgjorte.

## FORSØG OVER BÆREKRAFTEN I DEN POLYTECHNISKE LÆREANSTALTS STORE ELEKTROMAGNET

(VIDENSKABERNES SELSKABS OVERSIGTER. 1847. P. 99—102.)<sup>1</sup>

*Mødet den 17de December.*

Conferentsraad *Ørsted*, som i Selskabets Møde den 23de April havde foreviist den polytechniske Læreanstalts store Elektromagnet, ved Hjælp af hvilken han anstillede *Faradays* berømte Forsøg over Diamagnetismen og over den Forandring, som mange Legemer vise med Hensyn paa deres Evne til at polarisere Lyset, meddeelte i dette Møde endeel nye Forsøg over denne Elektromagnets Bærekraft. Bøilen, som er befæstet i en Fod, der staaer paa Hjul, blev paa passende Maade fastholdt til Gulvet, saaledes at de Kræfter, ved hvilke man forsøgte at rive Ankeret derfra, ikke kunde løfte den. Man anstillede de første Forsøg herover i et Par anseelige Værksteder, hvor der havdes store Veiningsindretninger og hvor man fandt enhver velvillig Hjælp, men hvor dog ikke alle Midlerne til saadanne Forsøg fandtes samlede; man henvendte sig derfor til det Kongelige Artillericorps, som paa det velvilligste tilstod Adgang til en Veiningsindretning paa Tøihuset. Denne er baade meget fordeelagtigt opstillet for saadanne Forsøg, og taaler, at derpaa kan veies indtil 12,000 Pund. Man mødte tillige enhver ønskelig Hjælp under Forsøgene. Det viste sig allerede i de første Forsøg, at Størrelsen af Ankeret maa være betydelig, naar den størst mulige Tiltrækning mellem dette og Magnetbøilen skal opnaaes. Det første Anker som anvendtes, var en tyk Jernplade af  $18\frac{1}{2}$  Punds Vægt. Ved den elektriske Strøm fra et Bunsensk Element blev det tiltrukket af Magnetbøilen med 475 Punds Kraft. Man forenede dette Anker med to andre Stykker Jernplader af den halve Længde, men

<sup>1</sup> [Findes ogsaa i: Forhandlinger ved de skandinaviske Naturforskeres femte Møde. 1847. P. 82—87. Kjøbenhavn 1849.]

med samme Tykkelse. Dette sammensatte Anker gav med 2 galvaniske Elementer, forenede til eet større, en Tiltrækning af 1000 Pund, hvilket for 1 Element (ifølge andre Forsøg) vilde give over 700 Pund. Umiddelbare Forsøg over Virkningen af 1 Element paa dette sammensatte Anker, findes ei optegnede. Man valgte senere til Anker en Jernbøile af 62 Punds Vægt, og som lagt i ret Linie, vilde have en Længde af omtrent  $22\frac{1}{2}$  Tommer. Ved Hjælp af denne Bøile gav et Bunsensk Element en Middelvirkning af 1425 Pund. Denne Størrelse af Ankeret synes at være fyldestgørende; dog tør man ikke ansee dette for afgjort. Undersøgelsen herover maa forbeholdes tilkommende Forsøg.

Det bør foreløbigt bemærkes, at alle de Forsøg, som her skulle berettes, blot ere af den Natur, at de ikke tillade nøiagtige Bestemmelser, men meget mere ere langt fra dette Maal. Den ulige Nøiagtighed af Berørelsen i de forskjellige Forsøg, den Lethed, hvormed Ankeret glider, naar Trækket falder lidt skjævt, de Uligheder, som ofte finde Sted i et galvanisk Apparat, som dog virker nogenlunde stadigt, frembringe Uligheder i Udfaldene, som der vilde høre langt flere Forsøg til at bortfjerne, end man hidindtil har kunnet anstille herover.

I en Række af Forsøg, hvori 16 tilsyneladende [eens] Bunsenske galvaniske Elementer prøvedes, fandtes to, som gav en Tiltrækning af 1860 Pund, eet gav 1680, et andet 1580, og saaledes videre nedad, indtil det som gav den ringeste Virkning, nemlig 1120 Pund. Summen af alle disse Elementers enkelte Virkninger udgjorde 22800 Pund, Middelvirkning af et Element altsaa 1425 Pund. Det forstaaer sig, at man ved fortsatte Arbejder let kunde have tilveiebragt en større Lighed mellem disse Elementer; men man maatte for Tiden tilsidesætte dette Øiemed.

Ved Forsøg over den forenede Virkning af flere Elementer fandtes det, som allerede forud kunde ventes, at det ikke var ved at forbinde dem til en mangeledet Elektricitetsfrembringer, men ved at lade flere danne eet større Element, at man opnaaede størst Virkning. Det er da om dette Slags Forbindelser, hvorom der i Beskrivelsen over de følgende Forsøg tales. Man sammenlignede nu den Virkning to eller flere forenede Elementer frembragte med Summen af deres enkelte Virkninger. Det fandtes da efter Middeltal af Forsøgene, at



2 Elementer		gave 0,72	af deres Virkningssum
3	—	0,48	—
4	—	0,44	—
8	—	0,26	—
16	—	0,125	—

Man har ikke givet mere end de to første Decimaler, fordi Afvigelse mellem de forskjellige Forsøg vare meget betydelige og selv gjøre, at andet Decimal ikke kan betragtes som ganske nøiagtig. Kun ved den sidste har man gjort en Undtagelse, fordi det tredie Decimaltal var saa nær ved  $\frac{1}{2}$  Eenhed, af det næst foregaaende. Alle 16 Elementer gave en Tiltrækning af 2860 Pund, som kun er lidet over det dobbelte af Middeltallet 1425 af et enkelt Virkninger.

Man vilde dog gjøre sig en ganske falsk Forestilling om Sagen, dersom man vilde antage, at den magnetiske Tiltrækning under alle Betingelser forøgedes saa lidet ved Formeringen af den galvaniske Virkning. Udenfor Berøringen er Forholdet et ganske andet. I een Række af Forsøg lagde man mellem Magnetbøilen og Ankeret to Papskiver, som, efter at være sammentrykkede ved de prøvede Tiltrækningers egen Virkning, dannede et Mellemlag af 0,6 Linier; i en anden Række lagdes en Træskive af 1 Linies Tykkelse. Følgende Tabel viser Udfaldene af disse Forsøg efter Middeltal:

Virkningssummen af de enkelte Elementer under Ankerets Berøring.	Virkning naar Ankerets Afstand var 0,6 Linie.	Brøk af Virkningssummen.	Virkningssummen af de enkelte Elementer under Ankerets Berøring.	Virkning naar Ankerets Afstand var 1 Linie.	Brøk af Virkningssummen.
1387	247	0,178	1373	70	0,051
2600	420	0,161	2600	127	0,049
3840	593	0,154	3840	167	0,043*
5208	727	0,140	5208	257	0,049
10300	1340	0,097	10300	400	0,039
22860	1000	0,059	22800	660	0,029

Det er meget sandsynligt, at det med \* mærkede Tal i tredie Række har faaet sin store Afvigelse fra den øvrige Række ved nogen Feil, som først vil opdages i tilkommende Forsøg. Det er sandsynligviis betydeligt for lidet, hvorimod det nedenunder turde være lidt for stort; men saa ufuldkomne og ufuldstændige disse Forsøg end ere, kunne vi dog deraf uddrage adskillige vigtige Slutninger.

1. Man erholder ingen fuldstændig Kundskab om Elektromagnetens Bærekraft, uden at vide Størrelsen af det brugte Anker.
2. Man bestemmer ikke hele Elektromagnetens Tiltrækningsvirkning, ved at prøve den som finder Sted under Ankerets Berøring med Magnetbøilen. Ved dette Slags Forsøg kunde man fristes til at antage, at der kun vindes lidet ved at forøge Mængden af den galvaniske Virkning; men
3. naar Ankeret anbringes i nogen kjendelig Afstand fra Magnetbøilen, viser det sig, at Virkningen stiger meget betydeligt ved Elektricitetsmængdens Forøgelse, dog i en aftagende Række, som iøvrigt er desto mindre aftagende, jo større Afstanden er. I Afstanden 0,6 Linie er det sidste Led kun 0,33 af det første, i Afstanden 1 Linie er det sidste Led 0,57 af det første.

Det er aabenbart, at den her meddeelte Undersøgelse ikke kan betragtes som sluttet; men dens Vidtløftighed har hidindtil ikke tilladt at føre den videre.

Conferentsraad *Ørsted* sluttede med at anføre, at Candidat *Holten* ikke blot havde staaet ham bi ved Udførelsen af de her omhandlede Forsøg, men maatte betragtes som en videnskabelig Deeltager deri.

---

## MINDESKRIFT OVER W. C. ZEISE

---

(VIDENSKABERNES SELSKABS OVERSIGTER. 1848. P. 19—30.)<sup>1</sup>

*Mødet den 3die Marts.*

Secretairen Conferentsraad *Ørsted* meddelte følgende Mindeskrift over Professor *Zeise*:

Henimod Slutningen af forrige Aar berøvedes Selskabet et af sine virksomme Medlemmer, vor berømte Chemiker *William Christopher Zeise*, Ridder af Dannebrog og Nordstjernen, Professor i Chemien ved Universitetet og den polytechniske Lærestalt, af hvis Bestyrelse han tillige var Medlem.

Han var født d. 15. October 1789 i Slagelse, hvor hans Fader,

<sup>1</sup> [Findes ogsaa i: Samlede og efterladte Skrifter af *H. C. Ørsted*. Bd. 8. P. 149-63, Kjøbenhavn 1852.]



*Frederik Zeise*, var Apotheker. Hans Moder var *Hanne Ellene Hammond*, Datter af en Cancellieraad *Hammond*, som leed af en meget stærk Hypochondrie, der gik i Arv paa Mange af hans Stamme, og deriblandt paa vor *Zeises* Moder og paa ham selv. Han blev allerede i hans ellefte Aar sendt til et daværende Institut i Sorøe, hvor han sattes i Huset hos den bekjendte satiriske Historieskriver *Riegels*. Dette Forhold afbrødes dog tidligt ved denne Mands Død, hvorpaa den unge *Zeise*, da han omtrent var 13 Aar gammel kom hjem igjen, og sattes i Slagelse lærde Skole, hvor han blev til sit 16de Aar. I sin modnere Alder yttrede han sig lidet tilfreds med den Undervisning, han her havde faaet og den Fremgang han derved havde gjort. I Aaret 1805 sattes han som Lærling i Hofapotheket her i Kjøbenhavn, men efter faa Maaneder følte han sin Sundhed angreben, og kom efter sit Ønske hjem, for at gjenvinde den. Han havde imidlertid begyndt at læse nogle chemiske og andre naturvidenskabelige Bøger, forsøgte efter disse adskillige pharmaceutiske Arbejder, og gjorde saadanne Fremskridt, at han kunde udføre den Omordning i hans Faders Apothek, som den da udkomne Pharmakopoe med dens nye Kunstsprog fordrede. Men nu kom det til et afgjørende Vendepunkt i hans Liv, hvortil hans egen fremstræbende Aand og kraftige Villie førte ham. Han havde faaet Lyst til at komme til Kjøbenhavn, ikke for atter at indtræde i et Apothek, men for virksommere og friere at lægge sig efter Chemien. Han udvirkede sin Faders Samtykke hertil, og fik let hans videre Samtykke til at studere under min Veiledning, hvortil han havde faaet Lyst, ved at læse Nogle af mine Afhandlinger, paa hvilke han blandt andet fæstede en særdeles Opmærksomhed, fordi han vidste at jeg, førend jeg blev Student, havde lært Pharmacie og Chemie hos min Fader, som var Apotheker, og var en Ungdomsven af hans. Jeg finder det ikke overflødigt at tilføie, at min Fader var født i Slagelse, hvor min Farfader var Præst, og at jeg ved det heraf flydende gamle Familiebekjendtskab, som nu fornyedes, har i min Kreds ikke blot faaet Efterretninger om vor *Zeises* Familieforhold, men, om jeg saa tør sige, en Overskuelse deraf. Jeg seer mig da herved og ved den siden fortsatte Forbindelse med ham, i Stand til at give en fuldstændigere Fremstilling af hans Liv og Virken end det let vilde være muligt for nogen Anden.

I Efteraaret 1806 kom han, da 17 Aar gammel, efter eget Ønske i Huset hos mig, for under min Veiledning at fortsætte sine Studier.

Han havde indtil den Tid kun følt sig lidet tilfreds, hvor han havde været, hvilket syntes at være en forenet Virkning af en ham eien-dommelig Sundhedsbeskaffenhed og af hans Had til enhver Tvang. I sidste Henseende fandt han sig meget lykkelig hos mig. Jeg behandlede ham som en yngre Ven og ikke som en Underhavende, og talte hver Dag med ham om Indholdet af de Forelæsninger han hørte og om alle Slags andre videnskabelige Gjenstande. Det blev ham nu snart indlysende, at han trængte til at indhente mange forsømte Skolestudier. Jeg gjorde ham ikke paa nogen udtrykkelig Maade opmærksom herpaa, gav ham da heller intet Raad desangaaende — dette vilde sandsynligvis have svækket hans Lyst — men, saasnart han yttrede Tanken om saadanne Studier, roste jeg hans Forsæt, og saae nu med Fornøielse den udmærkede Flid, hvormed han i Løbet af 2 $\frac{1}{2}$  Aar erhvervede sig saadanne Kundskaber, at han i October 1809, efter den behørige Examen, blev Student. Medens han benyttede de til disse Studier fornødne Lærere, vedblev han dog at være under mit Tilsyn. Jeg søgte især at virke paa ham ved videnskabelige og dannende Samtaler, og fandt, at jeg lærte ham meest, ved at vogte mig for at lære paa ham, som man kalder det. Min Utilbøielighed til at skolemestre og hans til at lade sig skolemestre stemmede godt med hinanden; saaledes forberedede han sig da til at blive en selvstændig Videnskabsdyrker.

Det Aar, hvori han studerede til den philosophiske Examen kunde ikke andet end have en meget fordelagtig Indflydelse paa hans fortsatte Dannelse, ikke blot ved de Videnskaber, hvori han nu indførtes eller førtes videre, men ogsaa ved den akademiske Omgang. Det første Aar ved Universitetet har denne Virkning paa de Studerende i Almindelighed; men for ham var der i mere end een Henseende større Anledning hertil. Han fandt under de Forelæsninger, som fortsatte de i Skolerne begyndte Studier, meget at indhente, hvilket han ogsaa med sin kraftige Flid i et betydeligt Omfang virkelig gjorde. Den akademiske Omgang mellem de unge Studerende, som altid har meget Oplivende og Dannende, havde i dette hans første Aar i høi Grad denne Egenskab, i det at ualmindeligt mange fortrinlige unge Mænd kom til Universitetet. For at erindre derom, vil jeg nævne endel af dem efter Bogstavorden, haabende at man af denne Opregning ikke vil fordre Mere end den tilsigter, og allermindst forlange at ingen Udeladelsesfeil her skulde



være begaaet. Jeg nævner da: *Bredsdorff*, *Clausen*, *David*, *Heiberg*, *Rosenvinge*, *Lemming* (Philologen som døde i Madrid), *Lunding* (der døde tidligt som Professor i Pharmacologien), *Thriege*<sup>1</sup> (en udmærket Lærer i Historien ved Roeskilde Skole). Vel laae det ikke i vor *Zeises* Natur, let at modtage Omgivelsens Indtryk: han var hverken meget meddeelsom, eller let til at hengive sig til Andres Meddelelser; men hvor han mødte en Tanke, som tiltalte ham, indprægedes den dybt i hans fastholdende Sind. Senere erholdt han en Plads paa *Walkendorffs*<sup>2</sup> Collegium, og traf der sammen med *Ingemann*, *Estrup*, *Bredsdorff* og *Lemming*, og pleiede Omgang idetmindste med de tre første og med adskillige dygtige unge Mænd, som hyppigt mødtes paa dette Collegium.

I Begyndelsen af sin akademiske Bane havde *Zeise* den Hensigt at studere Medicinen; men han opgav snart denne, og overlod sig ganske til Chemien. For ikke at savne enhver nogenlunde sikker Udsigt til en med denne Videnskab stemmende Levevei, underkastede han sig 1815 den pharmaceutiske Examen som hans Kundskaber og hans Dannelse satte ham istand til at bestaae med megen Ære. Efter senere at have underkastet sig Magisterconferentsen, erhvervede han sig i October 1818 den filosofiske Doctor- og Magistergrad, hvilke dengang meddeelttes under Eet. Den Afhandling, han forsvarede for Graden, handlede om Æskenes Virkning paa Sukkeret, en Afhandling hvori man allerede saae den selv-tænkende Experimentator.

I Aaret 1818 tiltraadte han en Udenlandsreise, og opholdt sig omtrent  $\frac{1}{2}$  Aar i Göttingen, hvor han benyttede *Strohmeiers*<sup>3</sup> Veiledning og 1 Aar i Paris, hvor han især fandt sig tiltrukken af *Thenards*<sup>4</sup> Foredrag. Han traf i Paris sammen med *Berzelius*, som han medrette beundrede, og som fattede megen Velvillie for den unge danske Chemiker, og vedblev bestandig at bære Agtelse og Venskab for ham. Da *Zeise* ved Slutningen af 1819 kom hjem, vare hans Udsigter til at opnaae en Ansættelse ved Universitetet lidet gunstige, omendskjøndt det ingen særskilt Lærer havde i Chemien og han var den eneste af vore unge Videnskabsmænd, som udelukkende havde opoffret sig til Faget. Uagtet der endnu ikke ere forløbne mere end 30 Aar siden den Tid, forestille dog de Fleste sig neppe mere hvorlidet der dengang ved vore Universitetsindretninger var sørget for Naturvidenskabene. For at see denne Deel af vor Videnskabeligheds Historie i den rette Sammenhæng maae vi

<sup>1</sup> [c: Thriege.]<sup>2</sup> [c: Valkendorf.]<sup>3</sup> [c: Stromeyer?]<sup>4</sup> [c: Thénard.]

gaae noget langt tilbage i Tiden. I den sidste Halvdeel af det 17de Aarhundrede stod vort Universitet, saavel i Henseende til Naturvidenskab, som til andre Videnskaber paa et høit Punkt. Men efter dette for vort Universitet ærefulde Tidsrum fulgte en lang Slappelse. *Christian den sjette* gjorde ikke lidet, for atter at hæve Universitetet; men Naturvidenskaben blev under denne Bestræbelse sat tilbage. For at give det theologiske Fakultet en Professor mere, som vist ikke var overflødigt, nedlagde man Professorembedet i Physiken, og der anordnedes, at denne Videnskab skulde foredrages enten af en Mediciner eller en Mathematiker. *Kratzenstein* foredrog Physiken som Medlem af det medicinske Fakultet, og efterfulgtes af *Aasheim*, der hørte til samme Fakultet. I Chemien havde man ingen Professor; Mineralogie og Zoologie havde tilsammentagne ikkun een. I mine første akademiske Aar fik Universitetet vel en Professor i Chemien, men ikke ifølge dets Indretninger. Hofapotheker *Becker* tilbød sig at holde Forelæsninger over Chemien, hvorfor han vel fik Navn af Professor, men med det udtrykkelige Forbehold, at han derved ingen Ret fik til at rykke op til Embedsløn eller andre Professorerne tilfaldende Fordele. Det var først i 1806, da *Becker* begjerte og fik sin Afskeed, og da man ønskede at Astronomen *Bugge*, hvem det efter *Aasheims* Død var overdraget at holde Forelæsninger over Physiken, skulde afløses, efterdi han, som aldrig havde gjort denne Videnskab til sin Hovedsag, nu viste sig altfor fremmed i de, dengang nye antiphlogistiske og galvaniske Opdagelser, at heri gjordes en Forandring, som dog ikke var fuldstændig. Vel erholdt Physiken nu sin egen Professor, hvortil jeg, som siden 1800 havde været Adjunkt for Pharmacien, og tillige havde holdt Forelæsninger over Physik og Chemie, beskikkedes; men man beskikkede ved denne Leilighed ingen egen Professor i Chemien, men paalagde mig ogsaa at foredrage denne. En saadan Forening var vistnok dengang ikke saa utilraadelig som nu, da begge Fagene have faaet et maaske fordoblet Omfang; men det kunde dog ikke være ønskeligt. Jeg maa dog endnu nævne Embedslønnen for dette Dobbeltembede — thi den betegner Tidsforholdene — den var 400 Rdl. Hertil kom endnu at Universitetet havde ingen Instrumentsamling. Jeg havde erholdt et Par Instrumentsamlinger til Laans, hvortil jeg selv maatte skaffe Husleilighed. Nogle Aar senere gav Universitetet Husleie til Instrumenterne; først i Aaret 1824 blev denne Mislighed tildeels hævet. Man vil af alt



dette forstaae, at *Zeise* maatte have vanskeligt ved at finde Ansættelse. Jeg foreslog derfor Finantsbestyrelsen, som i den Tid ofte afhjalp Universitetets Trang, at tilstaae *Zeise* en aarlig Understøttelse til at holde chemiske Øvelser. De Hjelpemidler man hertil kunde byde ham, var ikkun ringe. I den physiske Instrumentsamlings leiede Husrum havde jeg maattet forvandle et Kjøkken til et meget tarveligt chemisk Laboratorium. Brugen af dette deelte jeg nu med ham, saaat vi endog nøiedes med een Opvarter ved vore samtlige Experimenter. Paa de større Laboratoriumssager var denne Indretning fattig, derimod havde Instrumentsamlingen Vægte og Indretninger til at bestemme Vægtfylden, Luftpomper og chemiske Luftapparater, elektriske og galvaniske Apparater, hvoraf jeg ligeledes deelte Brugen med ham. Enhver, som kjender saadan Sammenbenyttelse, vil indsee Besværligheden deraf for begge Parter; imidlertid enedes vi meget godt i de 5 Aar dette varede. *Zeise* bragte ved sin Virksomhed snart vort lille Laboratorium i en taalelig Stand, og benyttede tillige Laboratorium og Samling til at holde Forelæsninger. Det var i dette Laboratorium han i Foraaret 1822 opdagede *Xantogensyren*, hvorom han indgav en Afhandling til vort Selskab, som optoges i dets Skrifter og belønnedes med dets Sølvmedaille. Kort efter udvirkedes det, at Chemien fik sin egen Professor ved Universitetet, hvortil *Zeise* udnævntes. Han vedblev utrætteligt at fortsætte sine chemiske Undersøgelser, og at meddele vort Selskab sine Resultater, saavel førend han blev Medlem, som efter at han var optaget iblandt os, hvilket skeete 1825. Aaret forud havde han opnaaet nogen Fordeel i Henseende til videnskabelige Hjelpemidler. Forholdene medførte at vi baade nu og siden med Hensyn paa Midlerne til de experimentale Videnskaber maatte blive i Forbindelse med hverandre, skjøndt ikke indenfor saa snevre Grændser som før. Da jeg ifølge den indførte Orden ved Universitetet fik en Professorgaard, blev der i denne sørget for Plads til de physiske Instrumenter og Laboratoriet. Universitetet gjorde Udlægget for de herved nødvendige Forandringer, imod at der ingen Godtgjørelse gaves for den indrømmede Plads, førend baade Kapital og Renter vare erstattede ved sparet Husleie. *Zeise* fik nu et eget Laboratorium, hvortil han vel ikke bekom al den Plads, der kunde ønskes; men havde dog den Fordeel, at kunne indrette det efter egen Indsigt. Ved Oprettelsen af den polytechniske Læreanstalt, hvori han selv deeltog, fik han det atter betydeligt udvidet,

skjøndt ikke saa meget som vi ønskede. Ifølge sin Stilling i Bestyrelsen havde han Valget imellem den Plads, der indrømmedes til Læreanstaltens andet Laboratorium og det gamles Udvidelse; men han foretrak dette; jeg troer næsten at en Forkjærlighed for det Sted, hvor han var saa vant til at virke, havde nogen Deel deri.

Denne Læreanstalt gav ham en meget udvidet Virksomhed. De chemiske Øvelser bleve nu nødvendige for langt Flere, og benyttedes med langt større Flid og Alvor. Hans Fordringer paa Nøiagtighed, Orden og Flid i Arbejderne vare strænge, men naturligvis nyttige for dem der nøde hans Undervisning. Han søgte at vænne dem til Tænkksomhed og selvstændigt Arbeide, ved ikke at tillade dem saa hyppigt, som de vilde, at gjøre ham Spørgsmaal; dog formildede han med Rette i de seneste Aar meget Anvendelsen af denne Grundsætning, som let kan afskjære mange vigtige Leiligheder til dannende Samtaler med Tilhørerne. I Aaret 1835 begyndte der for ham en lang Række af Sygdomsaar, som gjorde det nødvendigt for ham at lade sine Forretninger ved den polytechniske Læreanstalt udføre ved Andre, hvilket man paa flere Maader indrettede saaledes at han tildeels slet ingen Udgivter havde deraf, tildeels meget ringe. I lang Tid frygtede han for, at han aldrig skulde blive istand til atter at paatage sig sine Forretninger; men i Aaret 1839 begyndte han at føle sig noget stærkere, saaat han atter vovede at tiltræde sine Forretninger, dog med den Indskrænkning, at han imod en Afgift af 200 Rbd. fik endeel af sine Forretninger, nemlig Forelæsningerne over de organiske Stoffers tekniske Chemie og Udarbeidelsen af de dermed sammenhængende Betænkninger overdragne til en Anden, vor Collega *E. A. Scharling*. Fra Læreanstaltens andre Afdelinger indrømmedes der en Plads til nogle herved nødvendiggjorte Laboratoriumsindretninger. Efter dette kunde vor *Zeise* friere overlade sig til de ham saa kjære chemiske Undersøgelser, og nød en sjeldnere afbrudt Sundhed. Kun i Aaret 1842 havde han et Anfald, som fandtes meget farligt.

Uagtet *Zeises* Arbeider, ligesom andre Chemikeres, adspredte sig over mangfoldige Gjenstande, alt som Videnskabens Gang, og den Berøring, hvori visse Opgaver kom med hans Foretagender, medførte det, kan der dog opvises en vis Eenhed i den største Deel af hans Undersøgelser. Han havde, om jeg saa maa sige, gjort Svovlet til Midtpunkt deri, men ikke Svovlets Forhold i alle Retninger, men den Klasse af Sammensætninger, som det danner med



mange Bestanddele tilsammen, og som tillige have den Egenskab med Lethed at lide en chemisk Adskillelse eller Omdannelse. Disse Sammensætninger ere de, som ere nærmest beslægtede med den organiske Naturs Bestanddele, eller endog virkelig ere fælles med dem. Deres Undersøgelse, hvis store Vigtighed let falder i Øinene, har i vor Tidsalder tillige frembudet Spørgsmaal, hvis Besvarelse maa være Hovedgjenstande for Chemiens Theorie paa dens nærværende Standpunkt, og derfor i de sidste 30 Aar have sat de fleste Chemikere i Virksomhed. Det var allerede vanskeligt at opspore de Mængdeforhold, som finder Sted mellem de Grundstoffer, der indeholdes i disse Sammensætninger, hvorfor man da ivrigt stræbte, at bringe den hidhørende Deel af Undersøgelseskunsten til den størst mulige Fuldkommenhed, og Zeise deeltog heldigt med i disse Bestræbelser; men dog har Videnskaben, naar disse Forhold ere fundne, langt vanskeligere Spørgsmaal at opstille. Af de samme Bestanddele og i samme Mængdeforhold dannes der Sammensætninger af den meest ulige Natur; med Sikkerhed kan man da sige, at deres Forskjel maa beroe paa noget Eiendommeligt i deres Grundstoffers Forbindelsesmaade. Man har, som den indtil videre rimeligste Formodning antaget, at de chemiske Grunddele, som man ogsaa kalder de chemiske Atomer, i saadanne Forbindelser ere sammenordnede paa forskjellige Maader, saaledes at de ikke samtligen ere umiddelbart forenede til et Stof, men først indbyrdes have dannet visse Grupper, der kunne betragtes som egne Sammensætninger, og som saadanne udgjøre Bestanddele af et mere forviklet Hele. Saaledes dannes der af 2 Grunddele Kulstof, 8 Brint, 4 Qvælstof, 2 Ilt to Stoffer, af meget ulige Egenskaber: Urinstoffet og cyansurt Ammoniumilte. For ikke at udbrede mig over alle de Forestillingsmaader, man herom kunde danne sig, vil jeg blot nævne, at man i den ene af disse Forbindelser tænker sig 2 Grunddele Qvælstof, 8 Grunddele Brint og 1 Grunddeel Ilt paa en eiendommelig Maade sammenordnede til Ammoniumilte og 2 Grunddele Kulstof, 2 Qvælstof og 1 Ilt sammenordnede til Cyansyre, hvornæst man af disse tænker sig dannet et Salt. Det maa tilstaaes, at disse Forestillinger om Sammenordningen, dens saakaldte rationelle Formel, kun er grundet paa Gisninger, og at man ofte maa komme til at forandre disse, hvorimod Grundstoffernes Mængdeforhold er det nærmest ved Erfaringen Givne, som udtrykkes ved den saakaldte empiriske Formel; men dog vil den heromhandlede

Sammenordning, selv hvor den siden findes at indeholde nogen Vildfarelse, være et Middel til at sammenstille beslægtede Stoffer, endskjøndt man endnu ikke kjænder den sande indvortes chemiske Bygning af dem, og være en Veiledning til en fremskridende Indtrængen i deres chemiske Natur; thi Sandhed udspringer, som et bekjendt Udsagn af *Bako*<sup>1</sup> lyder, lettere af Vildfarelsen end af Forvirringen. I denne Tidsalderens Bestræbelse til at finde Orden i hine forviklede Sammensætninger, deeltog nu *Zeise* med megen Dygtighed. Man førte blandt andet en lang Strid om Maaden, hvorpaa Ætherarternes Bestanddele ere sammenordnede. De Forbindelseslove, hvorom der her kunde være Spørgsmaal, frembød sig ogsaa til Afgjørelse ved den Række af Svovelforbindelser, som han undersøgte. Han virkede paa den chemiske Videnskabsverden, som den oftere virkede paa ham, og bidrog ikke lidet, til at bringe Lys i Sagen. Som den Forestillingsmaade, hvorved han endelig blev staaende, og som giver et med de beslægtede Videnskabsdele velstemmende Overblik, er følgende:

*Xantogensyren* kan forestilles som en Forening af 2 Grunddele Svovelskulfstof og 1 Grunddeel Æther,

*Merkaptanet* som svovelbrintet Svovelæthyl, Æthylet antaget at bestaae af 4 Grunddele Kulstof og 10 Grunddele Brint.

*Thialolien*, kan betragtes som Æthyl Tvesvovle.

De særegne Navne han gav disse Stoffer findes nu, efter at man, om og hypothetisk, kan benævne dem efter deres Sammensætning, mindre nødvendige.

Af andre, tildeels ikke mindre vigtige Stoffer, som han fandt i disse Undersøgelser, vil jeg endnu nævne:

Urensvovle, Ammoniumsvovle, Tvesvovelsbrintet Svovelscyan, Dyvelsdrækolien, som ogsaa er en Svovelforbindelse.

Nogle Platinforbindelser kom ogsaa paa en eiendommelig Maade ind i disse Undersøgelser. Han fandt nemlig Anledning til at anstille en Undersøgelse over Viinaandens Virkning paa Chlorplatinet, og fandt derved et Stof, hvori Elaylet (4 Grunddele Kulstof, 8 Grunddele Brint) var forenet med Chlorplatin.

Heraf tog han Anledning til andre Undersøgelser, som førte ham til Opdagelsen af en Forening mellem Acetonet og Chlorplatinet, og flere deraf flydende Opdagelser.

Over Phosphorets Forening med Aceton-Æther og Viinaand anstillede han mange Undersøgelser, der stode i Forbindelse med de

<sup>1</sup> [3: Bacon.]



allerede nævnte, og som gave vigtige, endskjøndt ikkun foreløbige Resultater, hvilke det ikke blev givet ham at fuldende.

Uden for denne større og mere sammenhængende Undersøgelseskreds gav han os en lærerig Afhandling over de Stoffer, som udvikles under Tobakens Destillation, hvoriblandt han opdagede at der findes Smørsyre.

Ligeledes fremstillede han os Carotinen, et Stof som findes i Guleroden.

Jeg maa her endnu forbigaae meget Andet, da jeg bør indskrænke mig til et almindeligt Overblik.

Hans Undersøgelser udmærke sig i høi Grad ved den samvittighedsfuldeste Nøiagtighed, og have derfor vundet eenstemmig Tillid i den videnskabelige Verden. De optage i alle Lærebøger, hvori derhenhørende Gjenstande afhandles, en hæderlig Plads. Den ham herfor tilkommende Berømmelse er derfor ikke udebleven.

Maaskee fortjener det endnu at anmærkes, at hans Undersøgelser over Svovel- og Phosphorforbindelser medførte en høist modbydelig Lugt, og fyldte hans Arbeidsrum med Dunster, som neppe vare uskadelige; men dette afskrækkede ham ikke fra at fortsætte sine Arbeider Dag for Dag, i mange paa hverandre følgende Aar.

Hans Forelæsninger fandt ikke almindelig Yndest. Det var ikke ved Stemmens Styrke og Bøielighed eller ved Foredragets klare Anskuelighed han skulde vinde Bifald; men desto større Ros fortjente han ved Behandlingens Grundighed og Orden, og den Tydelighed Foredraget herved erholdt for den tilstrækkeligt Opmærksomme. Den som ret stræbte at lære Chemien, fandt sig derfor meget forfremmet ved vor Zeises Forelæsninger. Blandt andet havde han udarbejdet Forelæsningshefter over de organiske Stoffers chemiske Analyse, i hvilke han havde behandlet denne, ved sit Indholds Mangfoldighed og ved sin uophørlige Fremskriden saa vanskelige Deel af Videnskaben paa en Maade, som ikke blot fortjente de Studerendes Paaskjønnelse, men omtales med Berømmelse af Mænd, som ellers kunne øse af de bedste Kilder.

Hans Lærebøger bærer ikke mindre Grundighedens Præg. Det første Bind af hans Chemie, som udkom 1829, og som desværre ikke fortsattes, fortjener allerede denne Ros, og endnu mere maa den ydes hans Lærebog i de organiske Stoffers Chemie, et Værk, som først udkom efter hans Død. Det vil ikke tillokke sædvanlige Læsere; men den som forsøger at arbeide efter samme, vil finde,

at han her har en særdeles erfaren Veileder, der ikke forsømmer at sige Noget af det som hører til Arbeidernes heldige Udfald. Ved denne eiendommelige Brugbarhed, udmærker dette sig fremfor et stort Antal af berømte udenlandske Værker.

Vor Zeises Fortjenester hædredes af Kongen, *Frederik den sjette*, i Aaret 1836 med Ridderordenen af Dannebrogen, og af Sverrigs Konge *Karl Johan* med Nordstjerneordenen, som tildeeldes ham, da han i Stockholm 1842 deeltog i den Skandinaviske Naturforskerforsamling.

Han bortkaldtes fra sit virksomme Liv d. 12te November i forrige Aar, og efterlod sig en Enke *Maren Martine Bjering* født *Broch*, tillige med en Søn og en Datter, som dybt føle deres Tab.

---

## TILLÆG TIL MELLONIS APPARAT

---

### FORSØG OVER LUFTSTRØMMES UDSTRAALING

---

(VIDENSKABERNES SELSKABS OVERSIGTER 1848. P. 44—47)

*Mødet den 2den Juni.*

Conferentsraad *Ørsted* meddelte Beretning om nogle Tillæg, han havde givet det *Melloniske* Apparat til Undersøgelser over Straalevarmen, og fremviste nogle Forsøg dermed. Et af Tillægene bestaaer i en Maalestok, ved hvilken man kan bestemme Afstanden mellem Indretningens forskjellige Dele. Den ligger ved en Side, og bærer en Stander, som baade kan flyttes langs med Maalestokken og har et med Haarkors forsynet Seerør, som kan løftes eller sænkes paa sin Stander. Det tjener baade til at see hvilke Dele af Indretningen, der ligge lige for en Afdeling af Maalestokken, og hvilken Høide, de have over Grundfladen. Apparatet er videre forsynet med en inddeelt Halvcirkel, omkring hvis Midtpunkt en saakaldet Alhidade dreier sig, og bærer Thermosøilen, saaat man kan lade denne modtage Straaler, der have lidt en Afbøining fra den rette Linie, som kan drages fra Varmegiveren til



den Aabning i Gjennemgangsskjærmen, hvorigjennem man lader Varmestraalerne komme til Thermosøilen. Denne Søile, som i sin hidtil sædvanlige Stilling er vel nok beskyttet mod fremmede Varmestraaler, er det ikke længere naar det modtager saamange andre nu tilsigtede Stillinger. Den maa her føre sin Beskyttelse med sig. Dette skeer ved at omgive den med et af to Dele sammensat Paphylster, som er tykt nok til at udeholde Varmestraalerne i den til Forsøgene anvendte Tid. Dette Hylster kan med Lethed borttages, naar man vil. Ved denne Indretning har han overbeviist sig om, at Varmestraaler, som falde lodret paa den ene Kathetside af et retvinklet Steensaltprisme, kastes tilbage fra Hypothenusfladen, og gaae atter lodrette ud gennem den anden Kathetside; hvilket Ligheden med Lysstraalerne med største Sandsynlighed lod sig formode. Vistnok finder man i Forsøgene noget større Tab, end det der følger af de to Gjennemgangssidens Virkning. Dette sidste Tab sætter han efter *Melloni* til 0,077. Dersom der ved Tilbagekastningen fra Hypothenussiden intet Tab var, skulde altsaa de tilbagekastede give 0,923 af den Virkning, som de uafledede Straaler give; men man erholdt, som let lod sig forudsee, noget mindre, i gunstigste Tilfælde 0,830. Et Tab vilde vel herved i intet Tilfælde undgaaes, men dets Størrelse forøgedes dels derved, at Straalerne som faldt paa Prismet ikke vare fuldkomment parallelle, dels derved at Steensaltprismet hverken i Form eller Politur var saa fuldkomment som ønskeligt. Det fandtes derfor at ikke alle de tilbagekastede Straaler kom ud i den paa den oprindelige Hovedretning lodrette Linie, men tildeels skjøndt langt svagere i andre Retninger. Det bør dog bemærkes, at naar Thermosøilen blev paa den Plads, hvori den modtog de lige Straaler, men Prismet sattes for Gjennemgangsskjærmens Aabning, forsvandt al kjendelig Varmevirkning paa Multiplicatoren. Polituren forandrede sig let, og maatte ofte fornyes. Det skeete endog i en lang Række af Forsøg paa samme Dag, at man efterhaanden fik større Tab, men at dette undgikkes, saasnart man lod Straalerne falde paa et andet Sted af Prismet.

Steensaltprismets Virkning, at afbøie en saa betydelig Deel af Varmestraaler under en ret Vinkel, giver et beqvemt Middel til at virke med Varmestraaler oven fra, og til at lede opadgaaende Straaler til en horizontal Retning.

Ørsted benyttede nu dette Middel til nogle Forsøg over Vædskers Udstraalning. Da Vandet saa let fordamper, og derved afkøles, valgte han først Linolie, siden Linoliefernis. Han havde tidligere anstillet Forsøg herover, ved at sammenligne den Udstraalning, en bred Strøm af ophedet Linolie giver, med den der kommer fra et sværtet Stykke Jernblik, som paa den ene Side opvarmes af Oliestrømmen. Det havde derved viist sig, at det faste Legeme havde givet noget mindre Udstraalning end Olien. Da han fandt dette Slags Forsøg altfor lidet egnede til Sagens Afgjørelse, indrettede han dem nu saaledes, at der over en Skaal med ophedet Linoliefernis til omtrent  $115^{\circ}$ , staaende i Sandbad, stilledes et Steensaltprisme, saaledes at Straalerne tilførtes Thermosøilen i horizontal Retning, og Virkningen iagttoges paa Multiplicator. Derpaa anbragtes paa Oliens Overflade en Skaal med flad Bund af Jernblik. Den var anløbet med Lampesværte paa den opadvendte Side. Udstraalningen viste sig nu ogsaa her kjendeligt mindre. Forsøget gjentoges vexlende med Oliens ubelagte og belagte Overflade, stedse med lige Udfald. Forsøgene vare vel sikre nok i Hovedsagen, men ikke talrige nok til nøiagtige Talbestemmelser; dog vil det ikke være meget afvigende fra Sandhed, at antage at det sværtede Jernblikks Udstraalningsevne kun er  $\frac{9}{10}$  af Oliens.

Ørsted har ligeledes anstillet Forsøg over Luftstrømmes Udstraalning. Ved disse Forsøg kunne de sædvanlige Indretninger af Undersøgelsesredskabet bruges.

Man tilveiebragte en meget heed Luftstrøm, ved at lade den varme Luft, som opstiger fra en Metalskorsteen paa en Berzelisk Lampe, gaae op under et derover anbragt Trækrør, som gav Lufttrækket en mere bestemt Retning. I den Deel af Luftstrømmen, der kunde tilsende Gjennemgangsskjærmens Aabning saadanne Straaler, som kunde ramme Thermosøilen, var der slet ingen lysende Varme. Man havde sat i Gjennemgangssøilens Aabning en Steensaltplade. Virkningen af Luftstrømmen alene gav ikkun 2 Graders Udslag paa Multiplicatoren; hængtes derimod en sværtet Jernplade deri blev Udslaget 33 Grader. Lignende Forsøg ere blevne anstillede med den Forandring, at der istedetfor Jernblikket sattes sværtede Plader af Messing, Platin, Glas og et yderst tyndt Glimmerblad. Udfaldene af Forsøgene vare de samme paa smaa Talforskjelligheder nær.



Ørsted har i Anledning af de vigtige Spørgsmaal, som de diamagnetiske Opdagelser fremkaldte, udsat Fortsættelsen af de Forsøg, hvortil det forbedrede Apparat var bestemt; men agter senere atter at vende tilbage dertil.

## UNDERSØGELSER OVER DIAMAGNETISMEN

(VIDENSKABERNES SELSKABS OVERSIGTER. 1848. P. 49—56.)<sup>1</sup>

Mødet den 30te Juni

Conferentsraad Ørsted gav en Beretning om sine Undersøgelser over Diamagnetismen, og fremviste de dertilhørende Hovedforsøg.

Diamagnetismen er, som bekjendt, opdaget af *Faraday*. Denne berømte Physiker stødte ved Forsøgene med sin store Elektromagnet paa en Kjendsgjerning, som vel allerede tidligere i et Par Exempler havde været bekjendt, men som hans Undersøgelser have givet en ny og meget omfattende Betydning. *Anton Brügmanns*<sup>2</sup> havde i Aaret 1778 opdaget, at Vismut frastødes af begge en Magnets Poler, og *Becquerel* d. æ. havde gjenopdaget den samme Virkning 1827, og føiet til at det samme viser sig ved Antimonet. Men *Faraday* opdagede nu, ved Anvendelsen af sin mægtige Elektromagnet, at næsten alle de Legemer som ikke tiltrækkes af Magneten, frastødes. Han fandt derhos, at de samme Legemer, naar man anvendte Stykker deraf, som have større Længde end Brede, stille sig tværs paa den Magnetpolerne forenende Linie, og ikke parallel med denne, som de tiltrækkelige Legemer pleie at gjøre. Det var denne Egenskab han kaldte Diamagnetisme.

*Reich* i Freiberg føiede hertil den af Forgjængerne ikke paa-tænkte Bemærkning, at de to Magnetpoler, som hver for sig frastøde det diamagnetiske Legeme, ved at anvendes i Forening, langt fra at give en forøget Frastødning, enten slet ingen give, naar de ere lige stærke, eller kun en Frastødning svarende til Kræfternes Forskjæl, naar de ere ulige. Han gjorde det derhos sandsynligt, at der i det frastødte Legeme maatte opvækkes en Magnetkraft af

<sup>1</sup> [Se dette Bind P. 419.]

<sup>2</sup> [c: Brugmanns.]

samme Art som den i den frastødende Pol, tværtimod det som skeer med Hensyn paa de tiltrukne Legemer. *Wilh. Weber* bekræftede denne Tanke ved nye og skarpsindige Undersøgelser, hvoraf det yderligere fremlyste, at de diamagnetiske Legemer have en saadan Kraftfordeling, at der i dem ligefor en indvirkende Magnetpol hersker samme Art af Magnetkraft som i denne. *Poggendorff* bekræftede endvidere dette ved veludtænkte Forsøg, hvortil *Plücker* endnu føiede en ny, om end ei fornøden dog lærerig og anvendelig Bekræftelse.

Disse Forarbejder havde givet *Ørsted* Anledning til nye Undersøgelser. Alt hvad der var bleven sagt af de nysnævnte Physikere om de diamagnetiske Legemers Tværstilling og magnetiske Kraftfordeling fandt han fuldkommen gjældende, naar man lader disse Legemer svæve mellem de magnetiske Polflader; men ikke saa, naar de kom udenfor samme.

For at kunne give en let Oversigt over de her mødende Forhold, vil det være nødvendigt at sige nogle Ord om Elektromagnetens Opstillings-Maade. Det var den polytechniske Læreanstalts store Elektromagnet, (see Oversigt 1847, S. 48 og 100—102),<sup>1</sup> som anvendtes, dog ikke med al den Kraft den kan erholde. Sædvanlig sættes den i Virksomhed ved 8 eller flere indtil 16 *Bunsenske* Elementer. Magneten har Skikkelse som et stort Latinsk U; dets 0,785 Meter høie Grene staae 0,209 Meter fra hverandre. Paa de to Endeflader lagdes i de fleste Forsøg Jernstykker, som kunne bringes i større eller mindre Afstand fra hinanden, eller i Berøring. Endefladerne af disse Polstykker bleve saaledes under Forsøgene Polflader. Disse Polstykker vare i nogle Forsøg flade Jernstykker, af 0,09 Meters Brede og 0,026 Meters Tykkelse; i mange andre vare de Cylindere, som ved et passende Mellemlid blev forbundne med Magnetens egne Polflader, og havde 0,047 Meter i Tværsnit.

Man tænke sig nu en Vismutstang, ophængt mellem to Polflader med Silkeormespind, saaledes at den kan dreie sig horizontalt; den vil da stille sig paa Tværs af Magnetretningen; og hvis man bringer den ud af denne Stilling vil den sættes i Svingninger, ved hvis Slutning den kommer tilbage til den samme Stilling, saaledes som allerede tidligere var angivet. Men staae Polflader hinanden nogenlunde nær, saa vil Vismutstangen — saasnart man, ved at forkorte det bærende Silkeormespind, bringer den lidt op over Polfladernes Rand — antage Længdestillingen, og først tabe al Retningskraft,

<sup>1</sup> [Se dette Bind P. 552.]



naar den kommer henimod et Decimeter over Polstykkerne. Forsøgene havde samme Udfald, naar man istedetfor Vismut anvendte Rav, Perlemoer, Skildpadde, Alabaster o. s. v.

Polfladernes største Afstand var i disse Forsøg 17 Millimetre; dog var dette ikke den største Afstand, hvori Forsøget endnu viste nogenlunde samme Udfald. I en mindre f. Ex. 3 Millimeters Afstand var Virkningen meget stærk. Man kunde endnu bruge mindre Afstande til at vise Længdestillingen, naar man ikke først vilde see Tværstillingen mellem Polfladerne. Selv et Kortblads Tykkelse  $\frac{3}{10}$  Millimeter, var da Afstand nok.

Medens det diamagnetiske Legeme svævede mellem Polfladerne, prøvedes de modsatte Siders Magnetpoler. Dette kan ikke saa beqvemt skee ved sædvanlige Magneter, hvis Poler let forandres ved den stærke Elektromagnet, som ved Stykker af blødt Jern, i hvis en Magnetpol nærmeste Dele ufeilbart den modsatte Virksomhed opvækkes. For Kortheds Skyld kalder man det saaledes til Mod-sætning tvungne Jern det polgrebne, og da vi med Sikkerhed vide, hvilken Art af Magnetkraft det har, kunne vi bruge det som Opdagelsesmiddel med Hensyn paa Magnetkraftens Art i et andet Legeme. Ved Tiltrækningen, som de nærmeste polgrebne Jerndelev udøvede paa Siderne af det diamagnetiske Legeme, saa *Ørsted* de tyske Physikers Paastand bestyrket, at Magnetkraften i de en Magnetpol nærmeste Dele er af samme Art som Magnetpolens egen. Naar derimod det diamagnetiske Legeme svævede over Polfladens Rand, og stillede sig parallelt med Magnetretningen, viste de nærmeste polgrebne Jerndelev ved deres frastødende Virkning, at Magnetkraften nu var fordeelt i Stangens Længderetning, og at hver Ende havde en Magnetkraft, der var den nærmeste Magnetpols modsat.

Naar den diamagnetiske Stang nedsænkes under Polfladernes nederste Rand, antager den samme Retning og Kraftfordeling som over samme.

Forsøgte man at lade den lille diamagnetiske Stang svæve over det ene Polstykke, medens man ganske bortfjernede det andet, saa antog den endnu Længdestillingen, naar man lod dens Midtpunkt svæve over eller næsten over Polfladens Rand; men rykkede man Stangen videre ind over Polstykket, antog den atter Tværstillingen.

Vi lære heraf, at Aarsagen, hvorfor der ikke viser sig Længdestilling over Magnetstykkerne, naar Polflader stilles betydeligt langt

fra hinanden, kun er den, at de to virksomme Steder komme for langt fra Midten af den ophængte Stang.

Naar man lader det mellem Polfladerne ophængte diamagnetiske Legeme gjøre Svingninger, finder man disses Hastighed mindst mellem Polfladernes midterste Deel, men desto større jo nærmere Legemet hænger enten ved Polfladens øverste eller nederste Rand. Talstørrelserne ere endnu ikke nøie nok bestemte. Ved Anvendelsen af 16 Bunsenske Elementer og med 6 Millim. Afstand mellem Polfladerne, gav en Vismutstang midt imellem øverste og nederste Rand 25 Svingninger i 30 Sekunder, men ved øverste Rand 100. Samme Vismutstang, ophængt saa nær som muligt over Polfladernes Rand, saaledes at den tog Længdestillingen, gjorde kun 19 Svingninger i 30 Sekunder.

De her berettede Forsøg vise os en forhen ubekjendt Egenskab ved de diamagnetiske Legemer; nemlig at de magnetiske Virkningsretninger, ved Overgangen fra eet Forhold mod den indvirkende Magnets Poler til et andet, krydse hinanden. Denne Kraftretningernes Krydsning er overhovedet en høist mærkværdig Sag, og vil i det Følgende vise sig som Diamagnetismens fornemste Skjælnemærke.

Vi see ligeledes af de anførte Forsøg, at denne Kraftretningernes Krydsning foregaaer ved Randen af Polfladerne, det er: ved Skjærringslinien mellem de to Flader, hvoraaf den ene er parallel med Axen, den anden lodret derpaa.

Ophænger man et af de diamagnetiske Legemer horizontalt svævende ved et Silkeormespind paa den ene Ende af en Vægstang, som kan hæves og sænkes, saa kan man prøve Magnetens Frastødning under forskjellige Forhold. Det findes da, at det diamagnetiske Legeme frastødes stærkt, naar det hænger mellem Polfladerne og tillige nær deres Rand. Det stødes opad, jo nærmere det hænger ved den øverste, nedad jo nærmere det hænger ved den nederste. Naar det hænger ligelangt fra begge, er der Ligevægt mellem Frastødningerne. Naar Legemet svæver over eller under Polrandene, og har Længdestillingen, frastødes det dog, men langt svagere.

Ved disse Undersøgelser førtes *Ørsted* til at opdage en ny Klasse af diamagnetiske Legemer. Man havde hidindtil antaget, at kun de Legemer, som frastødes af Magneten, ere diamagnetiske, men at de, som tiltrækkes, alle ere magnetiske paa samme Maade som



Jernet; men nu viser det sig at de Legemer, som yderst svagt tiltrækkes af Magneten, have en saadan Hovedlighed med de hidindtil kjendte diamagnetiske Legemer, at de maa sættes i Klasse med disse, skjøndt i en ny Afdeling.

Det forstaaer sig at alle de foran omtalte diamagnetiske Legemer høre til den ældre Afdeling, og at de anførte Virkninger kun tillægges dem.

Et ophængt svagt tiltrækkeligt, mere langt end tykt Legeme stiller sig imellem Polfladerne parallelt med Magnetretningen, men hæves det over Polfladernes Rand, tager det Tværstillingen. Disse Forsøg ere blevne anstillede med adskillige Glasarter, med Messing, med Platin. Efter Mødet har han endnu fundet at følgende Legemer henhøre til samme Række: adskillige Jernopløsninger af meget ulige Styrke, Vismut galvanisk overtrukket med en næsten uveielig tynd Jernhinde, Obsidian, Kuljernsteen, Palladium, Iridium, Nysølv, Trækul (i det mindste dem han har prøvet) forkullet Steenkul (coaks). Udbrændte Steenkul høre til den ældre Art af diamagnetiske Legemer. Kullene og Iridiet modtog Magnetpoler, som havde nogen Varighed, og derfor ofte give forviklede Forhold.

Iøvrigt har den magnetiske Kraftfordeling naturligvis nogen, skjøndt ofte usigelig kort Varighed i alle diamagnetiske Legemer. Nogle vende sig, hvergang man vender den elektriske Strøm, som giver Jernbøilen sin Magnetkraft. De andre sættes dog derved i nogen Svingning, skjøndt ofte meget svag. Det synes at Virkningen har desto større Varighed, jo mere tiltrækkelige de ere.

Vi see hos de tiltrukne diamagnetiske Legemer den samme Krydsvirkning, som den der viste sig hos de frastødte, kun med omvendt Orden, i det at de tiltrukne Legemer antage Længdestillingen under de samme Betingelser, hvorunder de frastødte antage Tværstillingen, og Tværstillingen under de samme Betingelser hvorunder hine antage Længdestillingen.

Medens de tiltrækkelige diamagnetiske Legemer have Tværstillingen, ligger deres magnetiske Kraftfordeling ogsaa i Tværretningen og ikke i Længderetningen. Ørsted troede i Begyndelsen at hver Side ogsaa her havde samme Slags Magnetkraft, som den nærmeste indvirkende Magnetpol. Han havde virkelig fundet at de nærmeste polgrebne Jerndeile tiltrak den mod dem vendte Side; men dette skeer kun, forsaavidt som disse ved deres Magnetkraft frembringe en ny magnetisk Fordeling, som ophæver den der var

frembragt af Elektromagneten. De polgrebne Jerndelev kunne frembringe en saadan Virkning i de Dele af den svævende Stang, som ere dem meget nær. Ved fortsatte Forsøg fandt han, at den tværmagnetiske Stang har paa hver Side det Slags Magnetkraft, som er den nærmeste indvirkende Magnetpols modsat. Medens disse tiltrækkelige diamagnetiske Legemer svæve mellem Polfladerne, og der have Længdestillingen, ligger ogsaa deres Kraftfordeling i Længderetningen. Vi have da i de tiltrukne Legemer ligesaavel en Virkningsretningernes Krydsning som i de frastødte. Dette Forhold synes da at være Diamagnetismens Grundcharakter; men det er tillige aabenbart at de frastødelige og de tiltrækkelige diamagnetiske Legemer udgjøre to Afdelinger i denne Klasse. Man kunde skjelve dem ved enten at kalde de hidhørende Legemer, som allerede her skeet, de frastødelige og de tiltrækkelige diamagnetiske Legemer, eller man kunde kalde dem af den første Afdeling de positivt diamagnetiske, dem af sidste de negativt diamagnetiske. For at da negativt diamagnetiske Legemer skulle antage Tværstillingen, maa Polfladerne være hinanden endnu noget nærmere end for de positivt diamagnetiske.

Jernet selv har hidindtil ikke ladet sig forsætte i nogen diamagnetisk Forfatning. Yderst tynde Jerntraade af  $\frac{1}{10}$  Millimeters Tværnit tiltrækkes endnu saa stærkt, at Silkeormespindet i høi Grad strammes derved. Til et yderligere Forsøg brugtes en Pennepose, som for sig er positivt diamagnetisk. Man satte deri et Stykke af Jerntraaden, som neppe var to Millimetre langt, men dog forholdt det sig som Jern. Selv naar man anbragte deri en meget lille Jernfiilspaan, viste den dog Jernets Egenskab; naar man derimod anbragte i Penneposen et Straahalm, som havde været befugtet med Jernopløsning, erholdt man meget tydeligt negativ diamagnetiske Virkninger.

Ligesom de positivt diamagnetiske Legemer mellem Polfladerne gjøre deres Tværsvingninger hurtigst, naar de hænge nær ved Kanterne, saaledes gjøre ogsaa de negativt diamagnetiske deres Længdesvingninger hurtigst nær Polfladernes Kanter. En tiltrækkelig Glasstang af 27 Millimeters Længde, ophængt mellem Polflader, som havde 29 Millimeters Afstand, saa at hvert Endepunkt af Stangen ikkun havde 1 Millimeters Afstand fra Fladen, gav, naar dens Endepunkter stode ligefor Fladernes Midtpunkt,  $4\frac{1}{2}$  Svingninger i 30 Sekunder; i forskjellige Afstande over og under svingede den



hurtigere, og ved Polfladernes Rand gjorde den 19 Svingninger i 30 Secunder. Naar Polfladerne have denne Afstand, antager Stangen ikke Tværstillingen over Polfladernes Rand; men gjorde med uforandret Længdestilling i  $4\frac{1}{2}$  Millimeters Afstand derover  $5\frac{1}{2}$  Svingninger, i 9 Millim. Afstand 4 Svingninger, i  $13\frac{1}{2}$  Millim. Afstand  $2\frac{1}{2}$  Svingninger i 30 Sekunder. Man satte nu Polfladerne i 3 Millim. Afstand. Glasstangen kunde naturligviis nu ikke antage Længdestillingen mellem dem; men den viste dog den meest livlige Stræben til at antage denne Tilstand. Derimod gjorde den over Polfladernes Rand hurtige Tværsvingninger: i 2 Millim. Afstand derover gav den 18 Svingninger i 30 Sekunder, i et Kortblads Afstand 35, i den mindste Afstand, hvori man kunde undgaae Berøring 45 Svingninger.

Man seer at baade de positivt og de negativt diamagnetiske Legemers Svingninger ere hurtigere, naar de have Tværstillingen end naar de have Længdestillingen. Det maa iøvrigt bemærkes at de her givne Talbestemmelser ikke ere udførte med saa fuldkomne Sammenligningsmidler, at nøiagtige Beregninger derpaa lade sig grunde.

Det S. 571 anførte Forsøg med et positivt diamagnetisk Legeme, hængende i Silkeormespind ved den ene Ende af en Vægtstang gjentoges med et negativt. I Tværstillingen over Polfladernes Rand blev det stærkt trukket ned ad, under dem op ad. Forholdet i andre Stillinger er endnu ikke blevne forsøgte.

Ørsted sluttede med at bemærke, at uagtet han anseer det her Meddeelte blot for Begyndelsen til en langt videregaaende Undersøgelse, har han dog ikke villet udsætte Bekjendtgjørelsen af det Fundne, paa det at Flere kunne medvirke til Sagens Oplysning.

---

## VIDERE UNDERSØGELSER OVER DIAMAGNETISMEN OG DISSES RESULTATER

---

(VIDENSKABERNES SELSKABS OVERSIGTER. 1849. P. 2—9.)<sup>1</sup>

*Moderne den 5te og 19de Januar.*

Conferentsraad *H. C. Ørsted*, som i Mødet den 30te Juni havde meddeelt Selskabet sine indtil den Tid udførte Undersøgelser over Diamagnetismen, men siden havde fortsat dem, meddelte nu

---

<sup>1</sup> [Se dette Bind P. 419.]

i Møderne den 5te og 19 Jan. de Resultater, hvortil han videre var kommen. Da hans fortsatte Arbejder vare faldne i den Tid, da Selskabet ikke holder Møder, havde han ladet trykke en kort Udsigt derover paa Fransk, for fremmede Landes Videnskabsmænd. Det er dog ikke en Dansk Oversættelse af denne Udsigt, han tillod sig at forelægge Selskabet; men en ny Fremstilling, hvori de af ham fundne diamagnetiske Virkninger sees i en mere overskuelig Sammenhæng, hvilket nu saameget lettere lader sig gjøre, da de vigtigste didhørende Grundforsøg allerede ere noksom bekjendtgjorte. Adskillige nye Resultater, som han havde udført siden den nævnte Bekjendtgjørelse kom hertil. Det forudsættes som bekjendt af hans tidligere Forsøg, at der gives to Slags diamagnetiske Legemer de frastødelige og tiltrækkelige, og at de sidste, uagtet de imellem to magnetiske Polstykker tage samme Retning som en Jern- eller Nikelnaal, dog tilstrækkeligt udmærke sig fra disse egentlig magnetiske Legemer derved, at de, ved at løftes op over Polstykkerne vende sig og tage en Stilling, der staaer lodret paa det Plan hvori det første laae, hvorimod de egentlig magnetiske Legemer i begge Tilfælde beholde den samme Retning. Til at betegne de to Klasser af diamagnetiske Legemer havde han tidligere benyttet foruden frastødelig og tiltrækkelig ogsaa positiv og negativ. Han holder sig nu kun til de første af disse Udtryk; men udelukker de sidste, uagtet de i og for sig selv ere passende, fordi det nu synes at de egentlig magnetiske og de diamagnetiske Legemer kunne betragtes som een stor Række, hvori man fra de magnetiske Legemer kan gaae nærmest over til de mere tiltrækkelige diamagnetiske, og derfra videre til de mindst tiltrækkelige, og endelig fra disse til de mere og mere frastødelige, saa at Rækken slutter med de meest frastødelige. I en saadan Række vilde al Diamagnetisme udgjøre en Modsætning til Magnetismen, og Udtrykkene positiv og negativt kunde da anvendes paa dette Forhold; han undgaaer det derfor nu helst aldeles.

Ifølge de fuldstændigere Undersøgelser, som nu haves, kan man betragte de Stillinger, som de diamagnetiske Legemer antage i Nærheden af en Magnetpol, som eiendommeligt afhængige af Magnetens Endepladers eller Polstykkers Rande, saaledes at de tiltrækkelige diamagnetiske Legemer antage en med Randen parallel Stilling under samme Betingelse, hvorunder de frastødelige stille sig paa tværs mod den, og hine derimod stille sig paa tværs mod



Randen, medens hine [o: disse] antage den med samme parallelle Stilling. Er Polstykket begrændset oven og neden af to parallelle horizontale Flader, og ved Siderne af lodrette, saa vil et tiltrækkeligt diamagnetisk Legeme, medens det hænger ligefor En af de lodrette Flader, antage en Stilling der peger hen mod denne, altsaa krydser en med de horizontale Rande parallel Linie; men ophænges den tæt over eller under Een af disse Rande, vil den stille sig parallel med denne. Et frastødeligt Legeme forholder sig modsat: det antager den med Randen parallelle Stilling, hvilken for Kortheds Skyld kaldes Randstillingen, naar den svæver tæt ved En af de lodrette Flader, og Tværstillingen, naar den svæver over eller under En af de horizontale Rande. Da Tværstillingen med Hensyn paa Randen tit kan falde parallel med Magnetaxen, betegnes den, til Forebyggelse af Misforstand, med Udtrykket den randkrydsende Stilling.

Denne Lov gjelder uden Hensyn paa Magnetkraftens Retning. De diamagnetiske Legemer følge den, enten Randene ere parallelle med den Retning man har kaldet den axiale, eller gjøre hvilken-somhelst Vinkel dermed. Naar det diamagnetiske Legeme svæver over et Polstykkets horizontale Flade, og denne er begrændset af Linier, som danne forskjellige Vinkler, vil Legemet, naar dets Midte befinder sig over en Vinkelspids antage den Stilling, som det efter de sammensatte bevægende Kræfters bekjendte Love skulde antage. I en nogenlunde betydelig Afstand fra alle Randene, vil det ikkun have en svag eller ingen Bestræbelse til at antage en bestemt Stilling.

Ogsaa ligefor Magnetens egne Polender gjelder dette. Det tiltrækkelige diamagnetiske Legeme ophængt tæt over en af dens runde Polfladers Rand tager en til den kredsrunde Endeflade tangential Stilling, men bragt derunder en mod Axen rettet; hvorimod det frastødelige i første Tilfælde peger ind mod Axen, i sidste stiller sig tangentialt.

Over et Polstykke, der endes i en horizontal Kilerand, antager det tiltrækkelige Legeme en med Kileranden parallel Stilling, Randstilling, men et frastødeligt Tværstillingen.

Over et horizontalt cylindrisk Polstykke, med lodret Endeflade, antager vel det diamagnetiske Legeme de forhen betegnede Stillinger ligefor den lodrette Endeflade og tæt over eller under dennes Rand; men svæver den tæt over Cylinderen i nogen Afstand fra

Endefladens Rand, antager den samme Stilling som den vilde have, dersom Overfladens høiestliggende Linie var Randen af et kiledannet Polstykke. Da en gjennemboret Cylinder brugtes til Polstykke, viste Borhullets Rand samme Forhold som andre Rande.

Af alt dette sees, at Udtrykkene axial og æquatorial ikke for Fremtiden bør bruges til at betegne de diamagnetiske Retninger, hvorimod man sandsynligviis vil finde Udtrykkene Randstilling og randkrydsende Stilling beqvemme til de her forekommende Tilfældes Betegning.

Det forstaaer sig, at de to Polstykker med modsatte Kræfter, som stilles ligefor hinanden, i forhøiet Grad frembringe alle de Forhold, hvori de gjensidigen understøtte hinandens Virkninger.

Ved denne forstærkede Virkning viser det sig ogsaa, at en Vismutnaal, som svæver mellem begge de mod hinanden vendte Polflader, i en nogenlunde betydelig Afstand fra Randene, stræber at antage Længdestillingen. Polfladerne i Forsøget havde en Høide af 25 Millimetre. Vismutstangen antog Randstillingen, saalænge dens Afstand enten fra øverste eller nederste Randpar ikke overgik 5 Millimetre, hvorimod den dreiede sig til Tværstillingen i det mellemliggende Bælte af 15 Millimeters Brede. De tiltrækkelige diamagnetiske Legemer vise ingen tilsvarende Forandring i lignende Forsøg.

Med Hensyn paa den Polfordeling, som Magneten frembringer i de diamagnetiske Legemer, havde Ø. allerede i sin tidligere Meddelelse gjort opmærksom paa, at de Stykker Jern man bruger til Undersøgelsen kun bør være smaa; fordi større Stykker blive under Elektromagnetens Indvirkning til saa stærke Magneter, at de ved deres egen Kraft overvælde den Polfordeling, de skulde angive. I Undersøgelsen af de frastødelige diamagnetiske Legemer havde han dog endnu ikke drevet Forsigtigheden vidt nok, og derfor ikke fuldstændigt fundet den rette Polfordeling i de Tilfælde, hvor den diamagnetiske Naal svæver over en Magnetflade. Dette er senere skeet ved Anvendelsen af meget smaa Stykker Jern af forskjellige Former. Af samtlige Undersøgelser udkommer nu en Bestemmelse, som man meget let vilde have forudseet, dersom man kunde opfatte de nye og ubekjendte Virkninger med samme Klarhed, som de gjennemprøvede. Reglen er ikke anden end den, at en diamagnetisk Naal, som svæver over en magnetisk Flade, faaer samme Polfordeling i Retningen fra neden mod oven, som den ligefor den

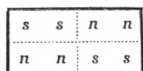


lodrette Magnetflade fik i horizontal Retning. Heraf følger da, at en tiltrækkelig diamagnetisk Naal, som svæver over et Polstykke, og altsaa har Randstillingen, paa sin nederste Side faaer den Magnetkraft, som er Polstykkets modsat, men paa den øverste den samme som hersker i dette. Svæver den saaledes over Randen, at en Deel af dens Brede falder udenfor, eller svæver den mellem modsatte Polstykkers Rand, faaer den endnu en Polfordeling i Bredden, efter de samme Love, saaat et Tværnsnit, som her fremstilles




forstørret, og svævende over to Polstykker *N* og *S*, har Magnetkræfterne saaledes fordeelte, som Bogstaverne *n* og *s* angive.


Efter samme Regel vil en frastødelig diamagnetisk Naal, som har Tværstillingen, i den over Polstykket svævende Deel og noget videre hen i de dermed nærmeste Dele, forneden have samme Magnetkraft som Polstykket, men foroven den modsatte. Svæver



den over to modsatte Polstykker vil Fordelingen ogsaa rette sig derefter, saaat den i et lodret Gjennemsnit taget efter Længden maa have den i vedstaaende Figur angivne Polfordeling.



*Faraday* havde allerede fundet at Legemer, som svagt tiltrækkes af Magneten, blive frastødte naar de svæve i en mere tiltrækkelig Vædske; men han kunde i Kunskabernes daværende Tilstand, og med saa mange nye Undersøgelsgjenstande for Øie, ikke give sig af med at udfinde Sagens nærmere Sammenhæng. Vi kunne nu, om ikke gjøre Rede for den paa en udtømmende Maade, dog bidrage noget til Kunskaben om dens nærmere Sammenhæng. *Ørsted* har med Hensyn herpaa udført endeel Forsøg, som vise, hvad man allerede forud kunde vente, at de mindst tiltrækkelige diamagnetiske Legemer, naar man lader dem svæve i en Jernopløsning, antage samme Stilling som de frastødelige. Han fandt ligeledes at Polfordelingen deri blev den samme. Til at prøve Polfordelingen brugte han, naar det Glaskar som indeholdt Jernopløsningen stod over et Polstykke, en Jerntraad af Figuren , hvis nederste horizontale Deel han let kunde stille over eller under en Strækning af den diamagnetiske Naal. Da denne horizontale Deel faaer den modsatte Magnetkraft af den som hersker i Polstykket, viser den, ved at tiltrække Naalens nederste, og at frastøde dens øverste Side, den de frastødelige Legemer tilhørende Polfordeling. Naar derimod Glaskarret med den deri svævende Naal stod ligefor

et Polstykkets lodrette Flade, var den prøvende Jerntraads Figur,  hvis kortere lodrette Deel let kunde bringes paa hvilken Side man vilde af den med den lodrette Flade parallelle Naal. I det at man stiller denne korte lodrette Deel hvergang saaledes, at den er nærmere ved Polstykket end Jerntraadens øvrige Dele, faaer den modsat Magnetkraft af Polstykkets, og tiltrækker den ved dette nærmeste Side af den diamagnetiske Naal, men frastøder den fjernere.

Ved disse Forsøg vises, at de indre Kraftfordelinger i de diamagnetiske Legemer staae i samme Afhængighed af Omgivelsen, som den *Faraday* har viist med Hensyn paa de ydre Virkninger. Det synes af Forsøgene nu at fremgaae, at den Polfordeling som opvækkes i den diamagnetiske Vædske, har en væsentlig Deel i den Polfordeling som frembringes i det tiltrækkelige diamagnetiske Legeme, der gaaer over til Frastødelighed; f. Ex. et Polstykke, hvori Nordkraften er herskende, tiltrækker Sydkraften i de nærmeste Dele af Jernopløsningen og frastøder Nordkraften, som synes at tage sit Sæde i Grænsen imellem Opløsningen og det deri svævende Legeme.

Man ledes herved til den Tanke, at de frastødelige diamagnetiske Legemers Forhold i Almindelighed skulde beroe paa den Tilstand, hvori Overfladen sættes til Omgivelsen. Disse Legemers sædvanlige Frastødelighed skulde da beroe derpaa, at Luften var mere tiltrækkelig end de forsøgte Legemer. Ø. har til Prøvelsen af denne Tanke iværksat nogle Forsøg, hvis Udfald vel ikke vare gunstige derfor, men som dog neppe endnu bør ansees for aldeles afgjørende. Han ophængte en Vismutstang ved Silkeormespind i en af Glasrør med Messingforbindelser dannet Indretning, hvoraf Luften kunde udpumpes. Under Magnetens Indvirkning svingede Vismutnaalen omtrent lige hurtig i sædvanlig Luft, i høist fortyndet Luft, i Brindluft og i Kulsyreluft. Vel kan man herover bemærke, at det allerede er Beviis paa nogen Indvirkning af Omgivelsen, at Naalen ikke svinger hurtigere i det med tyndere Luft fyldte Rum; men Luftens Indflydelse paa Svingningshastigheden, navnlig i et saa snævert Rum, er en saa forviklet Sag, at man neppe kan benytte den i Drøftelsen af nærværende Spørgsmaal. Ø. har foresat sig, at iværksætte andre Forsøg til dets Løsning. De i høieste Grad svagt frastødelige Legemer maatte, om Tanken er rigtig, i den fortyndede Luft gaae over i de tiltrækkeliges Klasse.



Imod den her fremsatte Tanke kan dog endnu fremsættes en anden betydelig Indvending. Hvis denne Tanke var rigtig, maatte man vente at den diamagnetiske Frastødning stod i Forhold til Overfladen. Til at prøve dette, iværksatte Ø. nogle Forsøg, hvis Udfald vise, at den diamagnetiske Virkning griber ind i hele Massen, et Udfald der heller ikke er den ellers saa rimelige Tanke gunstig. Han valgte til et af disse Forsøg to ligestore Vismutstænger, af 56,6 Millimeters Længde, 1,9 Millim. Brede, 5 Millimeters Høide. Han ophængte først hver af dem for sig, stillet paa Høikant mellem Polstykkerne, hvis Afstand var 12 Millimetre, og talte Svingningerne. Den ene gav 64 Svingninger i et Minut, den anden, som var af reent Vismut, gav 68 Svingninger i samme Tid. Efter denne foreløbige Prøve, skulde begge Naale stilles tæt ved Siden af hverandre; men da man derved vilde have den Kilde til Feil, at Naalen kom nogenlunde kjendeligt nærmere til Polfladerne, end der var skeet i de enkelte Forsøg, satte man Polfladerne i 38 Millimeters Afstand. Nu gjorde den ene Vismutstang ikkun 13 enkelte Svingninger i 123 Sekunder. Den anden, som skulde i samme Tid have gjort  $12\frac{4}{17}$  Svingninger, sattes ikke i denne Henseende paa Prøve; men da de begge lagdes sammen brugte de 122 Sekunder til 13 Svingninger. Man skulde snarere have ventet et Par Sekunders større Langsomhed; men da der vilde have viist sig en stor Forskjæl, dersom Frastødningen paa den dobbelt saa store Masse havde været en Overfladekraft, søgtes ingen større Nøiagtighed. Derimod iværksattes tilsvarende Forsøg med Pennesfjederne. En Pennepose, ophængt mellem Polstykkerne, hvis Afstand var 8 Millimetre, gjorde  $11\frac{1}{2}$  Svingninger i 20 Sekunder. Et Stykke Pennesfjeder, af den Deel som bærer Fanen, og var ganske lidt længere end Penneposen, gjorde i lige Tid 11 Svingninger. Man indskjød nu denne i Penneposen, saaledes at der stod lidt frem deraf ved hver af dennes Ender. Svingningernes Antal var nu  $11\frac{1}{4}$ . Man maatte indskrænke Tælningen til 20 Sekunder, fordi Luftens Modstand saa hurtig formindskede Svingningerne.

De Stillinger, som de diamagnetiske Naale antage ved Magnetens Polstykker, kunne nu fremstilles i en noget nærmere Sammenhæng med Frastødningernes og Tiltrækningernes Love. De tiltrækkelige diamagnetiske Naales Randstilling, naar de svæve over et Polstykkets Grændser, synes at hidrøre derfra at deres nederste Side har en modsat Magnetkraft mod den der hersker i Polstykket,

og som fortrinligt er sammentrængt i Randen; de frastødeliges randkrydsende Stilling, synes at beroe derpaa at deres nederste Side har samme Magnetkraft, som Polstykket og dettes fremforalt kraftigt virkende Rand og derfor frastødes fra alle Sider. Naar de diamagnetiske Naale befinde sig under de lodrette Polfladers Indvirkning, ville de tiltrækkelige diamagnetiske Legemer, uagtet Polfordelingen deri lider en langt større Modstand end i Jerntraade, dog antage Stilling i samme Retning og efter samme Virkningslove som disse. De frastødelige, hvori Polfordelingen ikkun skeer paa engang igjennem en meget liden Strækning, kunne derimod kun lide denne Fordeling paa tværs. Enhver seer let, at der gives mange Spørgsmaal om det egentlige Forhold mellem de diamagnetiske Legemer, som her kunde ønskes besvarede, men maa overlades til Fremtiden.

Blandt Forsøg, som endnu ere nogenlunde enestaaende maa anføres, at en Messingnaal, som har de tiltrækkelige Legemers Diamagnetisme, ved en stærk Opvarming viser sig med alle de frastødeliges Egenskaber.

---

## OM DET, SOM KALDES USKJØNT I NATUREN

---

(VIDENSKABERNES SELSKABS OVERSIGTER. 1850. P. 17—27.)<sup>1</sup>

*Mødet den 15de Februar.*

Conferentsraad *Ørsted* forelagde Selskabet sine Betragtninger over Forholdet, hvori Det, som vi finde uskjønt i Naturen, staaer til det Heles Skjønhedsharmoni. Han begyndte med at sige, at han, endskjøndt han ofte havde tænkt over denne Gjenstand, dog følte at han var langt fra at have opløst sig alle Vanskeligheder; men at han fornemmelig dreves til nærværende Meddelelse ved det Ønske, at høre sine Selskabsfællers, og siden andre Sagkyndiges Bemærkninger derover. Meddelelsen gav ogsaa virkelig Anledning til Forhandlinger, som ikke have været uden Indflydelse paa den Fremstilling af Indholdet, som her forelægges; thi adskillige Indvendinger viste Meddelelsen, at han i visse Retninger ikke havde udviklet sin Mening tilstrækkeligt, og ved nogle understøttende

<sup>1</sup> [Findes ogsaa i: Samlede og efterladte Skrifter af *H. C. Ørsted*. Bd. 3. P. 207-18. Kjøbenhavn 1851.]



Bemærkninger blev han paa den anden Side sat istand til at udtrykke sig med en fuldere Tillid, i det mindste over eet Punkt. Han troede ogsaa forud at burde undskylde, at han for at fremsætte de Betragtninger, som umiddelbart angaae Gjenstandene, maatte udbrede sig over Adskilligt, som ikke staaer i umiddelbar Forbindelse dermed.

Ørsted har i sin Samtale over Tonerne (Skandinavisk Selskabs Skrifter 1808) fremsat og siden i flere Retninger udført den Grundlære, at vi modtage Skjønhedsindtryk af det Fornuftstemmende i Tingene, dog ikke saaledes at vi ved Tænkning opfatte det som fornuftstemmigt, men derved at vor indre Sands, ifølge sin egen Fornuftindretning, føler Tilfredsstillelse ved det Fornuftstemmende.

Det kunde ved første Øiekast synes, at der af denne Lære maatte følge, at alt Fornuftstemmende skulde være skjønt; men hertil svarer, at vor indre Sands ikke formaaer at fatte Præget af andre end de mest enfolde Tanker. Grændsen herfor er ikke fast, men tvertimod meget bevægelig. At Skjønhedssandsen, ligesaavel som de udvortes Sandser, har en meget ulige Skarphed hos de forskjellige Mennesker, at den endog hos hvert Menneske kan skærpes ved Øvelse i skjønne Gjenstandes Betragtning og Efterligning, er Enhver bekjendt: men at Tænknings Indvirkning formaaer at udvikle den indre Sands, er en Sandhed, som maaskee ikke saameget kan siges at være betvivlet, som at være blevet altfor lidet anvendt til at forstaae Skjønhedslæren. Nogle Exempler ville bedst oplyse dette. Det er en bekjendt Erfaring, at Mennesker, hvis Forretninger fordre, at de meget hyppigt udføre Maalninger og tænke over samme, derved opnaae en Færdighed i strax at skjønne baade Størrelser og deres Forhold, uden foregaaende Overveielse. Det tidligere Tænkte er da blevet dem til noget Umiddelbart. De, som meget sysselsætte sig med tænkende Brug af Tallene, erhverve derved en lignende Færdighed, til umiddelbart at opfatte mange Talforhold, som Andre kun ved Eftertænkning formaae at fatte. Ends kjøndt disse Exempler, som ere valgte, fordi de ere saa bekjendte, vedkomme mange Ting, som ikke høre til Skjønhedsopfatningen, ere de dog ikke denne fremmede; thi Maalforhold er En af det Skjønnes Bestanddele.

I utallige Tilfælde danne vi os i vor indre Sands et Billede af Ting, hvoraf vi aldrig have modtaget noget umiddelbart Sandseindtryk. Længe førend Menneskene fandt paa at afbilde Landene ved Korter, dannede Mænd, som havde gjort iagttagende Reiser,

sig et Billed af det bereiste Land, og meddeelte andre det. Dette Billed havde han da ikke af blotte Sandsninger; Afstandene havde han f. E. ofte maattet slutte sig til af forskjellige Omstændigheder, som den paa visse Reiser anvendte Tid, sammenholdt med de overvundne Vanskeligheder. Bjergenes Udstrækning og Høide, Floderne Løb, Kysternes Udstrækning og Skikkelse kunde han ligesaa lidet udelukkende have lært af umiddelbar Sandsning, eller endog af Andres Beskrivelse, men maatte i mange Henseender have udgrandsket den. Men det ved alle disse sandselige og aandelige Handlinger dannede Billed traadte nu frem i hans Anskuelse, og det blev ham muligt, gennem Talen at opvække samme hos Andre. De Afbildninger, som i vor Tid tilveiebringes af Landene, ere Værker af utallige Maalninger og Slutninger, saa at det Billed, vi ved Hjælp af et Landkort modtage af et Land, hidrøre fra en Forening af Sandsning og Tankevirksomhed. Vil man endog paastaae, at den som nu seer Kortet, kun faaer Billedet ved Hjælp af en umiddelbar Sandsning, maa man dog tilstaae, at den som først frembragte Kortet, ikke var i samme Tilfælde. Iøvrigt er det vel klart, at den som blot modtager det umiddelbare Sandseindtryk af Kortet over et Land, og ikke til Synet af Kortet medbringer mange ved Tænkning erhvervede Indsigter, og desuden grandsker videre derover, vil deraf hente sig et meget fattigt aandeligt Billed.

Saaledes indlemmes Kundskaber, som vi ved Tænkning have erhvervet os, som et aandeligt Billed i vor indre Anskuelse, og fornyes ved given Leilighed deri, med Anskuelsens Umiddelbarhed, altsaa uden at al den Tænken, hvorefter det er Frugten, tillige skulde fornyes. Tænkning og Sandsningsevne have arbeidet derpaa i Fællesskab, og det bliver ogsaa bestandigt fælles Eiendom, kun bruger hver af disse Evner det paa sin Maade. Selv med Hensyn paa Gjenstande af en mindre sandselig Natur gjælder dette. Den som kjenner mange Sprog, og har gransket deres indbyrdes Forhold, vil om hidrørende Gjenstande ikke blot med Overveielse og Eftertænkning dømme rigtigere derom end den Uvidende, men ogsaa derover have et Skjøn, ifølge et umiddelbart Indtryk. Selv hele Tænkningens resultater bringes saaledes til at gaae over i Anskuelsen. Vi opfatte f. Ex. Cirkelens Figur først ganske umiddelbart, og vor indre Sands tilfredsstilles ifølge sin oprindelige Fornuftstemmighed ved dette Indtryk; men hertil kommer hos den, der har gennemtænkt de mangfoldige Egenskaber og Forhold, som Tænkningen



lærer os at finde i Cirkelen, en Forestilling om den Tankernes Eenhed, hvori de alle høre sammen, og — har man ret gjort sig fortrolig dermed — saa indpræger denne Forestilling sig som et Minde i den indre Sands, og danner deri et Tankebilled, som ei blot tilhører Fornuften, men ogsaa Sandsen, der fornemmer den som Noget den umiddelbart foresvævende.

I det den indre Sands saaledes gennemtrænges og befrugtes af vore øvrige Evner, og virker saavel opfattende som frembringende med Umiddelbarhed, er den ikke blot en Sands i Ordets mere indskrænkede Betydning, men faaer Navn af Indbildningskraft. Det er ved denne Evne, at det Skjønne opfattes og, forsaavidt det udspringer af os selv, skabes. Den virker ligesom alle Kræfter i Verden efter Fornuftslove. Vel skeer dette meget hyppigt paa en Maade, som undgaaer vor Grandskning; men dog er det lykkedes os at see saa mange og tydelige Spor deraf, at vi derfra kunne slutte til det Hele, ligesom vi gjøre det med Hensyn paa Naturens Love.

Efter alt det Foregaaende see vi, at Indbildningskraften har en Række af Udviklingsstader, som paa de mangfoldigste Maader løbe over i hverandre. Man kunde maaskee deri opstille nogle betydningsfulde Udviklingstrin, ligesom man sætter Tidsaldere i Historien; men dette skulde dog ikke her forsøges, hvorimod man kunde skjælne 3 Hovedarter efter de i Skjønhedsopfatningen sammenvirkende Evner: den egentlige Natursands for det Skjønne: Indbildningskraften, som denne ved vore forskellige Sjæleevners mangfoldige Virksomhed befrugtede Natursands: den vidende Skuen, som finder Sted, naar Indsigten har naaet den Klarhed, at den vundne Sandhed fremtræder i en for den indre Sands anskuelig Skikkelse.

Forsaavidt den indre Sands fornemmelig opfatter umiddelbart, ville Figurer, som udtrykke de eenfoldere Tanker, Symmetrie endog af meget forviklede Former, Lysafskygninger og Farveforhold, Lydbevægelse (Rhythmus), de eenfoldere Toneforhold og Tonebevægelser, være dens fornemste Gjenstande.

Meget, som denne Sands vilde opfatte som skjønt, dersom den kunde modtage Indtrykket deraf paa eengang, eller indenfor visse snævre Grændser i Tiden og Rummet, viser sig saaledes for den, at de vidt fra hverandre fjernede Dele kun enkeltviis fremstille sig for den. Et Exempel, som henviser paa mangfoldige andre, vil oplyse dette. Forestille vi os et bladløst Træ ganske for sig alene, ville

vi sjældent nok finde det skjønt, men dog kan det i en heel vinterlig Egn være et Led i et skjønt Hele. Gaae vi nu videre og tænke os Træet i dets hele aarlige Væren, saa optages dets fattige Vinter-tilværelse i et heelt Livsbilled, og udgjør et Led i dets Skjønhed. Det er sandt, at saadanne Exempler ikkun vise, at det eenstige Skjønne kan være Led af et Skjønhedshele; men mere er der her endnu ikke tilsigtet; thi den blot umiddelbart virkende Sands kan ikke opfatte de mere forviklede Naturtanker. Enhver vil mindes Exempler nok, hvor enkelte Naturgjenstande, som for sig intet Skjønhedsindtryk gjorde paa ham, dog ikke have forfeilet det i en forenet Virkning af Omgivelse og Belysning, med alle deraf følgende Afskygninger, ei at tale om, at Mennesket saa tit ikke befinder sig i den Tilstand, at han opfatter Tingene saaledes med forenet Liv og Rolighed, som udkræves til ret at føle, hvad Naturen byder ham. Det, der af Sandsen ikke opfattes som skjønt, er da meget ofte kun Brudstykker af et skjønt Hele; vi kunne sammenligne det med et af et symmetrisk Hele saaledes udrevet Stykke, at al Symmetrien deri er forsvunden, eller med en Dissonants, som kan opløses derved, at den i Forbindelse med flere Toner indlemmes i et lidt større Tonehele.

Paa noget lignende have vi at tage Hensyn, ved at betragte den Skjønhedsopfatning, der finder Sted, naar en Gjenstand, som uden for sin Naturstilling synes at være uskjøn, viser sig som skjø, naar den sees i sin rette Naturstilling. Svanen finde vi skjø; men dette vilde vi neppe, dersom vi ikke vare vante dertil ved Samfoldigheden af alle de Indtryk, hvorunder vi pleie at see den. Den berømte vel-talende *Burke*, hvis Tanker over det Skjønne vistnok have faaet en lidet fortjent Anseelse, brugte blandt andet Svanens almindeligt tilstaaede Skjønhed til at besmykke den Mening, at Skjønheden slet ikke beroede paa Figuren; at den ikke ene beroer derpaa var ham ikke nok. Man vil her ikke videre opholde sig ved hans Meninger, men bruge Svanen som et oplysende Exempel paa Betydningen af en Gjenstands Naturstilling med Hensyn paa Skjønhedsopfatningen. Man forestille sig et Menneske i det besynderlige Tilfælde, aldrig at have seet en Vandfugl. Lad ham første Gang faae Svanen at see i en Hønsegaard, mellem de øvrige Fjederdyr og berøvet den Adgang til enhver stor Vandsamling, hvori den kunde rendse sine Fjedre og vedligeholde deres skinnende Hvidhed; mon han vilde finde den smuk? Han vilde vel rose den smukke Bøining, Halsen



antager i visse Stillinger, og det røde Næb; men han vilde studse ved dens ufuldkomne Ligevægt, og sige: der er et forunderligt Misforhold mellem den lange Hals og den korte Krop med de korte Been og brede Fødder, hvoraf følger en vraltende Gang; men lad ham nu see den i dens rette Naturstilling, flydende paa Vandet, og han vil neppe gjenkjende den. Vi betragte den som oftest kun nær nok, naar den befinder sig paa en rolig Vandflade, hvor den afspeiles i Vandet, og i Forening med sit Billed danner en udmærket skøn symetrisk Figur. Dens i Vandet ideligt tvættede Fjedre, vise sig her i deres skinnende Hvidhed, og danne en skøn Sammenstilling med det brede, røde Næb og det mørke Øie, som fremtræder mellem det Røde og Hvide; men desforuden er her enhver Mangel af Ligevægt forsvunden. Vandet bærer den Krop, som kun undtagelsesviis skal bæres af Benene. Halsen, som i sin bøiede Stilling allerede selv er skøn, bidrager i denne Stilling med til Ligevægten, imedens Svanen majestætisk langsomt skyder sig hen ad Vandfladen. Indbildningskraften føier endnu noget til dette næsten umiddelbare Skønhedsindtryk. Ved Hvidheden opvækkes Forestillingen om Reenhed; og da Hvidhed og Reenhed ere os et Sindbilled af aandelige Egenskaber, modtage vi uformærket dette Indtryk med, uagtet vi ingenlunde tillægge Dyret selv disse Fuldkommenheder; men det bliver os et Sindbilled af noget høiere end det, vi umiddelbart see i Gjenstanden. Fra en anden Side føier endnu Indbildningskraften nye Forestillinger til; medens vi see Svanens halvtløftede Vinge, mindes vi paa eengang om dens Lighed med et fjernt Skib, og dens Evne til at flyve. Det Indtryk, vi modtage af hele Synet, har Noget af det Ophøiede, Noget af det Kraftfulde, Noget af det Rene, Noget af det Harmoniske, som ofte endnu forhøies ved Omgivelsen, som den blaae Himmel, der speiler sig i Vandet, Vandets egen Blankhed, en Baggrund af grønne Træer. Kun hos nogle Faa vil endnu Oldtidens Digtersagn om Svanesangen og denne Fugls Helligelse til Apol føie Noget hertil. — Men naar vi nu see Svanen paa Land, ophøre vi da at finde den skøn? Som oftest følger det hele Billed, vor Indbildningskraft har dannet sig om den, endnu med paa denne Dyret fremmede Grund og forandres kun lidet i den korte Tid, vi sædvanligt see den der; men skulde vi see den der længe, vilde dens for en saadan Tilstand uhjælpsomme Bygning meget forandre det Indtryk, vi havde modtaget af den, medens vi saae den i dens egentlige Naturstilling. Vi

ere saa vante til at see Svanen i dens rette Naturstilling, at vi næsten studse ved Opfordringen til at betragte den udenfor samme. Ganske i det modsatte Tilfælde befinde vi os med Hensyn paa Aben. See vi et Øieblik bort fra de Følelser, der opvækkes hos os, naar vi sammenligne den med Mennesket, og forsætte vi os hen i de Egne, hvor den fremstilles os i dens Naturstilling, i Skoven, paa Træernes Grene, mellem deres Løv, hvor dens behændige Klavren og dens lystige Spring more os, saa tjener den baade til at oplive den Naturomgivelse, hvori den befinder sig, og opvækker et dermed sammenhængende Behag. Dens Lighed med Mennesket, som man iøvrigt har anslaaet for høit, har givet os Anledning til Sammenligninger, som have krænket vor Selvfølelse, men endnu mere ere faldne ud til at vække hos os en Modbydelighed for den. Det maa være nok at have henpeget paa Noget, som kan bidrage til at opløse denne Naturdissonants; maaskee vil en mere Indsigtsfuld kunne gjøre dette fuldkomnere: maaskee vil denne Løsning endog fordre Indsigter, som endnu ikke haves. Til at forebygge Misforstaaelser bør det endnu her udtrykkeligt siges, at der ingenlunde fordres, at vi skulle ophøre, indenfor en vis Opfatningskreds at betragte Aben som hæslig, fordi den Hæslighed, vi finde hos den, kan som en Naturdissonants opløses i en omfattende Harmoni; hver af disse Opfatninger har sin Berettigelse, kun den ene i en langt høiere og omfangsrigere Tilværelseskreds end den anden.

Til at oplyse en anden Art Hæslighed hos Naturgjenstande, kan Flagermusen tjene. Den henhører til Pattedyrene og har dog en falsk Lighed med Fuglene, idet at dens Forbeen med deres umaadeligt forlængede Tæer ere bespændte med Hinder, som tjene til Flyveredskaber, saa ulige disse end ere Fuglens Vinger. Dette Dyr afviger saa stærkt fra Pattedyrenes Skikkelser, at vor sandselige Opfatning ikke vil give den Plads imellem dem, og ligesaadan gaaer det, naar vi forsøge at give den en Plads blandt Fuglene. Den skrækker saaledes Indbildningskraften, som noget Unaturligt, endskjøndt den unægteligt har sit velbestemte Sted i Dyrlevets Udviklingsrække; men dette fremtræder ikke for Indbildningskraften. Først dersom en høist fuldendt Viden kunde fremstille i enfolde og klare Træk, hvorledes den hørte til Naturhelet, vilde Indbildningskraften kunne danne sig et tilsvarende Billede. Paa det Indsigternes Stade, hvorpaa vi befinde os, maa Indbildningskraften blive uforsonet dermed; ja, den føier endnu til, at den fører sit Liv



i Mørket, og derved end ydermere minder os om noget det Skjønne og Gode Fjendtligt. Fornuften kan ikke fordre, at Indbildningskraften skal opfatte Sagen anderledes; men den siger os allerede foreløbigt, at netop det, at den skjuler sig i Mørket, formindsker dens Indgreb i vor Skjønhedsverden, og Fornuften tvivler ikke om, at Flagermusen udgjør en Dyreslægt, der hører til det Heles Samstemning. Man seer let, at Vanskeligheden ikke her er fremstillet som opløst, men at der kun er henpeget paa den i Fornuftverdenen liggende Nødvendighed, at den maa lade sig opløse, og gennem en ved Fornuften frembragt Klarhed engang findes forsonet med Indbildningskraften. Hverdagslivets Opfatning vil herved ikke tilintetgjøres; thi det vil kun være forsaavidt, som Indbildningskraften gaaer over i vidende Anskuen, at denne Forsoning skeer.

Det er ogsaa først paa et saadant Stade, at Vanskabningerne kunne sees i deres Sammenhæng med hele Naturens Lovstemmighed. Saavidt vor Indsigt hidtil er kommen, see vi, at Vanskabningerne frembringes ved en overvættes enten Forstørring eller Formindskning af visse Organer, og Iagttagelserne over dette Slags Misforhold oplyser os ikke sjeldent vigtige Naturhemmeligheder; men efter hvilke Love de indordnes i det Heles Fornuftharmoni, vil sandsynligviis seent opdages.

Selv Digtningssaanden har sin Indflydelse paa vor Skjønhedsopfatning; her tales ikke om tilfældige Digtninger, men om Menneskesamfundets. Saaledes er den Plads, vi have indrømmet Løven i vor Skjønhedsverden ikke blot givet ifølge dens Skikkelse. Alt, hvad man i de Lande, hvor Løven har sit Hjem, har fortalt om dens Styrke, er fulgt med Kundskaben om Dyrets Skikkelse, saa at Indbildningskraften faaer et meget forstærket Indtryk af Løvens iøvrigt virkelig kraftfulde Ydre. Den af Erfaringen over Menneskene hentede Kundskab, at den Kraftfulde lettere end andre hæver sig over smaalige Lidenskaber, har ladet Menneskene tillægge Løven en Høimodighed, den ikke har; men det er, om man saa tør sige, Menneskeslægtens Naturdigtning, der har heftet sig til Dyret, og derfor med Berettigelse optages i Menneskeslægtens eller maaskee kun i visse store Menneskesamfunds Indbildningskraft. Paa samme Maade har Indbildningskraften tildannet vore Forestillinger om de Dyr, som nærmest omgive os, eller nærmest komme i Vexelvirkning med Menneskene, og saadanne forenede Værker af Sandsning og

Indbildningskraft have deres Gyldighed indenfor den Tilværelseskreds, for hvilken de ere dannede.

Paa samme Maade er der ogsaa bleven anviist visse Dyr en Plads blandt de Hæslige, uden at denne vilde være anviist ifølge det rene Sandseindtryk. Til Exempel derpaa kan Slangen tjene. Vor Erfaring om den Giftighed, som findes hos mange Arter deraf, har sikkert sin Deel deri. Ved Menneskeslægtsens Naturdigtning er vor Uvillie mod den end ydermere forøget. Denne Opfatning af Slangen som hæslig har samme Gyldighed, som de nylig omtalte Skønheds Indtryk af adskillige andre Dyr.

Ørsted tilføiede her en Bemærkning over digtede Skikkelser. De billeddannende Kunstnere have ofte brugt Vinger til at antyde Guders og Engles Evne til at bevæge sig gennem Rummet over Jorden. Forsaavidt disse Vinger ere blevne brugte til Antydning af denne Evne, have de deres gode Gyldighed for Indbildningskraften; men ofte have Kunstnerne, dog saavidt jeg mindes ikke i Oldtiden, dannet Vingerne saa store og saaledes stillede, at Indbildningskraften maae tage dem for den fremstillede Skabnings virkelige Flyveredskaber. Hvor dette finder Sted, taber Skabningen sit Præg af Overnaturlighed, den vil være naturlig, og bliver naturstridig. Det er en Naturlov, at Vingerne hos alle Ryghvirveldyr kun dannes ved en egen Udvikling af de Bevægelsesredskaber, som tilhøre Forkroppen, Armene hos Menneskene, Forbenene hos Pattedyrene. Derfor have Fuglene hverken Arme eller Forbeen. En Indbildningskraft, som er fortrolig med denne Naturlov, vil da stødes over hin digtede Forandring i Menneskeskabningen. Mange, som kun løseligt have hørt om denne Lov, men ikke indseet dens Naturbetydning, ville uden Tvivl dog finde en Tilsætning af Vinger uanstødelig. Deres, med Hensyn paa denne Sag kun i det Tomme svævende Tanke, finder den ikke umulig; men den, som har nogen Kundskab om de Muskler, som vilde behøves til at sætte saadanne nye Bevægelsesorganer i Virksomhed, og alle de vidtomfattende organiske Forandringer disse atter vilde forudsætte, indseer at Forandringen, hvis den gennemførtes, maatte gjøre den fremstillede flyvende Figur til en ganske anden Skabning end et Menneske. Ørsted henstiller denne fra Naturvidenskaben hentede Betænkelse til Kunstnernes og Kunstkjenderes Overveielse.

Endnu foreligger der en vigtig Art af det Hæslige til vor Overveielse, nemlig de Ting som hænge sammen med de levende Væ-



seners Ødelæggelse. Faa Gjenstande gjøre et saa stærkt Indtryk paa os som Forraadnelsen. For den umiddelbare Sands er den væmmelig, for Livet farligt, for Indbildningskraften rædsom. Den kan paa Endelighedens Stade aldrig ophøre at frembringe dette Indtryk hos os; thi den viser os ikke den sandselige Tilintetgjørelses høie Betydning i Naturlivets Hele, og endnu mindre det Haab, som for Mennesket ligger hinsides denne Tilintetgjørelse. I den høieste aandelige Anskuelse træder dog denne, af Indsigten os lærte Sammenhæng ogsaa frem for Indbildningskraften og danner et ophøiet Skjønheidsbilled, under hvis Anskuelse det ikke falder os ind at nedstige til Minder om Sandseindtrykkene. Enkelte af Dødens sandselige Tegn, kan den billeddannende Kunstner, navnlig Maleren dog benytte, f. Ex. Dødningehoved med Dødningeknokler ved Siden af en Mand i Andagt. Det bliver da en ved sin Sammenhæng med et høiere Haab opløst Dissonants. Digteren, hvis Fremstilling ikke er bundet til det umiddelbare Sandseindtryk, kan endnu gaa langt videre, og opløfte os til en Høide, hvor Undergangen kun er Indgangen til et høiere Liv.

Saaledes gives der vistnok, med Hensyn paa Alt hvad der opfattes af os som uskjønt eller hæsligt i Naturen en aandelig Opfatningskreds, hvori det er Led i et Skjønheidsshele. Var det os muligt at sammenfatte alle Gjenstande paa Jordens Overflade, saavel de skjøne som de uskjønne, i et indtil Overskuelighed formindsket Billed, hvori naturligviis alle Gjenstande maatte være indbefattede i deres rette indbyrdes Storhedsforhold, vilde sandsynligvis endog denne sandselige Anskuelse danne et Hele af en høi Skjønheid.

Meddelelsen føler selv dybt hvor usigeligt langt disse Bemærkninger ere fra at opløse den store Opgave, han her har berørt; men det har syntes ham gavnligt, at den som har gjort en saadan stor Opgave til Gjenstand for sin Grandskning, vover at fremsætte sine Tanker til Prøvelse, om han endog finder sig langt fra Maalet.

Er hans Opfatning rigtig bliver det Hæslige, ligesom i en vis Betydning det Onde, et Endelighedsforhold. Det Væsentligt-skjønne derimod er evigt.

---

## BETRAGTNINGER OVER NOGLE USYNLIGE VERDENS- KLODERS MULIGE VIRKNING PAA ÆTHEREN

(VIDENSKABERNES SELSKABS OVERSIGTER. 1850. P. 124—126.)

Mødet den 1ste November.

**G**eheimconferentsraad *H. C. Ørsted* meddeelte nogle Betragtninger over meget store for os usynlige Verdenskloders mulige Virkning paa Ætheren.

Man har oftere fremsat den Tanke, at der i Verdenssystemet kunde gives overordentlig store Legemer, som ikke udsendte nogen mærkelig Lysmængde, og derfor bleve os usynlige. Denne Tanke fremtræder nu med en langt større Vægt og Bestemthed. *Bessel* var ved de Ujevnheder der vise sig i *Sirius's* Bevægelse bleven ledet til den Tanke, at denne udmærkede Fixstjerne maatte i Forbindelse med en meget stor for os usynlig Klode bevæge sig om deres fælles Tyngdepunkt efter Verdensklodernes bekjendte Bevægelseslove. Denne Tanke har nu fundet sin Bekræftelse. Professor *Peters* i *Königsberg* har prøvet den, ved at underkaste de vedkommende Iagttagelser en Beregning, og har deri fundet en Overensstemmelse mellem Tanken og Iagttagelserne, som var større end han havde turdet vente den. Han har fundet *Sirius's* Omløbstid 49,245 Aar. Man finder herom to Breve fra Professor *Peters* til Conferentsraad *Schumacher*, det ene aftrykt i Nr. 734 det andet i Nr. 735 af hans *Astronomische Nachrichten*. I det første af disse to Blade findes tillige et Brev fra Dr. *Gould* i *Cambridge*, hvori mældes at en Herr *Shubert*,<sup>1</sup> som er ansat ved Udgivelsen af nautical Almanac, har foretaget Undersøgelser over samme Gjenstand, med overensstemmende Udfald. Han finder Omløbstiden omtrent 50 Aar, medens *Peters* sætter den til 49 Aar med Tillæg af Brøken 0,245. Samme *Shubert* har ogsaa fundet en lignende Bevægelse for *Spica*, til omtrent 40 Aar.<sup>2</sup>

Den Overbevisning, vi nu herved have faaet om Tilværelsen af Verdenskloder, der ifølge deres Størrelse skulde sees, hvis de vare

<sup>1</sup> [ø: *Schubert*.]

<sup>2</sup> Det er glædeligt, at Conferentsraad *Schumachers* *Astronomische Nachrichten*, som nu i en saa lang Række af Aar har været det væsentlige Forbindelsesled mellem alle Astronomer, og derved bidraget saa saare meget til det aandelige Kredsløb, som beforder det videnskabelige Liv, endnu vedbliver, uforstyrret af Verdensbegivenhedernes Gang, at udkomme ligesaa ordentligt og ligesaa rigt udstyret som i de gunstigste Tider.



i samme Afstand som fjerne Sole, og ikke af Mangel paa Lys blive os usynlige, har givet Ø. Anledning til at forelægge sig selv det Spørgsmaal, om disse store Verdenskloders Usynlighed skulde have samme Aarsag som Planeternes, følgelig som de sædvanlige Legemer, der ikke kunne kaldes selvlysende. Ubelyste Legemers Usynlighed kan maaskee være af dobbelt Natur, saaledes nemlig, at nogle udsende Straaler hvis Svingningshurtigheder ere for ringe til at frembringe Synsindtryk, andre derimod altfor store. At en Tilstand som denne sidste er mulig, kan man ikke betvivle. Det er allerede siden *Will. Herschels* og *Joh. Wilh. Ritters* Forsøg bekjendt, at der af Sollyset lader sig udvikle usynlige Straaler, af hvilke de, som have en ringere Svingningshurtighed end Lysstraalerne, vise sig som Varmestraaler, men de som have en større tilkjendegive sig ved stærke chemiske Virkninger, naar man lader dem falde paa dertil passende Stoffer; saa at man endog ved disse usynlige Straaler kan frembringe Daguerriske Billeder. Det indsees da let, at dersom der gaves usynlige Legemer, som satte Ætheren i saa hurtige Svingninger, at disse ikke kunde frembringe Synsindtryk, vilde man dog kunne opdage dem. I denne Hensigt maatte man indstille ganske smaa, dertil forberedte Plader i Billedrummet af en Kikert eller et Speilteleskop, og stille Redskabet mod det tilsigtede Sted, f. Ex. Sirius. Dersom nu det mørke Legeme i Samfund med hvilket Stjernen bevæger sig, udsender Straaler, der formaa at frembringe et Daguerrisk Billed saa vil man paa Pladen finde baade et Billed af Sirius og af den usynlige Klode.

Den fremsatte Tanke er her endnu kun omtalt fra den blotte Muligheds Side; men der er dog en Sandsynlighedsgrund, som har ledet Ø. til den. Under Verdenssystemets Dannelse, tænkt saaledes som *Kant* og *Laplace*<sup>1</sup> have fremstillet den, have alle Verdenskloderne begyndt fra en meget stor Fortyndning, og have i et umaadelig langt Tidløb sammentrukket sig til deres nærværende Tilstand. Med denne Sammentrækning har der været en stor Varmeudvikling forbunden, som vel paa Planeternes Overflader er nedsunket til en ringe Grad, men indvortes endnu vedligeholder en høi Varme, som ifølge Undersøgelserne over vor Jordklode sandsynligviis gaaer dybest inde til en høi Glødning. Under disse Forudsætninger maatte Solene, hvis Masser, efter vort Solsystem at dømme, skulde være langt større end de egentlige Planeter, have naaet en saadan lysende Glødhede, at Aartusinder ikke kunne svække den; ja det kunde maaskee an-

<sup>1</sup> [o: *La Place*.]

tages, at der i Verdensrummet gives en saadan Ligevægt i de ætherbevægende Kræfters Vexelvirkning, at Betingelserne for videre Afkjøling derved hæves.

Naar der i en saadan Tingenes Orden endvidere dannedes Kloder, som i Størrelse mangfoldige Gange overgik Solene, vilde de ogsaa virke langt stærkere end disse paa Ætheren, og sætte denne i langt hurtigere Svingninger end de, der høre til Lysfornemmelsen. Om de endog tillige frembragte nogle som passede til Lysfornemmelsen, vilde disse fjerne Kloder blive os usynlige, naar Mængden af de egentlige Lyssvingninger ikke er meget stor.

Ø. har ikke villet tilbageholde disse Tanker, for ikkun at bekendtgjøre dem, for saavidt de fandtes bekræftede ved Iagttagelser; thi han forudseer let, at mangfoldige Omstændigheder kunde forhale Bekræftelsen, om ogsaa Grundtanken var rigtig; blandt andet kunde de Straaler, hvorafter man tilsigtede den billeddannende Virkning, have en større Svingningshurtighed end den der var meest passende for vore brugeligste billeddannende Stoffer, saa at andre Midler maatte opspores. Dersom Hovedtanken er rigtig, er det nyttigere for Videnskaben, at den overlades til almindelig Prøvelse, end om den forbeholdes Een eller nogle Faa.

---



## INDHOLDSFORTEGNELSE TIL 2. BIND

(VED TIDSSKRIFTSAFHANDLINGER ER TRYKKEAARET VEDFØJET, VED SELVSTÆNDIGT  
UDGIVNE TILLIGE UDGIVERSTEDET; NÆRMERE OPLYSNINGER OM OFFENTLIGGØRELSEN  
FINDES VED HVER AFHANDLING)

## CONTENTS OF VOL. II

(FOR PAPERS FROM PERIODICALS IS GIVEN THE DATE, FOR OTHER PAPERS MOREOVER  
THE PLACE FOR THEIR PUBLICATION; FURTHER INFORMATION IS TO BE FOUND AT-  
TACHED TO EACH PAPER)

	PAG.
H. C. ØRSTEDS NATURVIDENSKABELIGE SKRIFTER 1808—1851	
Forsøg over Klangfigurerne (1810) .....	11
Ansicht der chemischen Naturgesetze durch die neueren Entdeckungen gewonnen (Berlin 1812) .....	35
Recherches sur l'identité des forces chimiques et électriques. Post-scriptum. (Paris 1813) .....	171
Ueber das Gesetz der elektrischen Anziehung (1814) .....	178
Tentamen nomenclaturæ chemicæ omnibus linguis scandinavico-germanicis communis, prolusionis loco scripsit M. Johannes Christianus Ørsted (Hauniæ 1814) .....	178
Bemerkungen hinsichtlich auf Contactelectricität (1817) .....	206
Ueber die Zusammendrückung des Wassers (1817) .....	211
Ueber das Piperin, ein neues Pflanzenalkaloid (1820) .....	212
Experimenta circa effectum conflictus electrici in acum magneticam (Haf- niæ d. 21. Julii 1820) <sup>1</sup> .....	214
Neuere electro-magnetische Versuche (1820) .....	219
Betrachtungen über den Electromagnetismus (1821) .....	223
Correspondenz (1821) .....	246
Versuch über Zamboni's zweigliedrige galvanische Kette (1821) .....	251
Et Middel til at befordre Udviklingen af Dampe (1822) .....	253
Das Oersted'sche Experiment, die Compression des Wassers zu zeigen (1822)	254
Sur la compressibilité de l'eau (1823) .....	258
Nouvelles expériences de M. Seebeck sur les actions électro-magnétiques. Note communiquée par M. Oersted (1823) .....	263
Expérience électro-magnétique (1823) .....	265
Sur le multiplicateur électro-magnétique de M. Schweigger, et sur quelques applications qu'on en a faites (1823) .....	266
Sur quelques nouvelles expériences thermo-électriques faites par M. le baron Fourier et M. Oersted (1823) .....	272

<sup>1</sup> Correction to the note p. 214: The paper is reprinted, not translated in Schweigger's Jour-  
nal XXIV. P. 275—281. Nürnberg 1820.

On an apparent paradoxical galvanic experiment (1824).....	282
Versuche, welche beweisen, dass das Mariottesche Gesetz für alle Gasarten gelte und für alle Grade des Druckes, unter welchen die Gase in ihrem luftförmigen Zustande beharren. Gelesen in der Königl. Societät zu Kopenhagen (1825) .....	285
Vorläufige Notiz über die Darstellung des Argillium, des Chlor-Argillium und Chlor-Silicium (1825) .....	297
Bidrag til at udfinde Loven for Legemernes Sammentrykning (1826) .....	298
[Forbedringer ved Sammentrykningsapparatet 1826. Maaling af Kviksølvets Sammentrykkelighed (1827)] .....	325
On the relative compressibilities of different fluids at high temperatures <sup>1)</sup> (1827) .....	335
Méthode électro-magnétique d'essayer l'argent et d'autres métaux, inventées par Mr. H. C. Oersted (1828) .....	337
Bemerkungen in Bezug auf die Zusammendrückbarkeit der Flüssigkeiten (1828) .....	346
Ueber die Zusammendrückung des Wassers in Gefäßen von verschiedener Zusammendrückbarkeit (1828) .....	348
Thermo-electricity (1830) .....	351
Ergebnisse neuer Versuche über die Zusammendrückbarkeit des Wassers (1834) .....	399
On the compressibility of water (1834) .....	402
Ueber ein neues Elektrometer (1841) .....	411
Eine neue Vorrichtung zum Messen der Capillarität (1841) .....	413
Letter, on the deviation of falling bodies from the perpendicular, to Sir John Herschel, Bart. (1847) .....	416
On the changes which mercury sometimes suffers in glass vessels hermetically sealed (1847) .....	418
Précis d'une série d'expériences sur le diamagnétisme (1848) .....	419

MEDDELELSER I OVERSIGT OVER DET KONGELIGE DANSKE  
VIDENSKABERNES SELSKABS FORHANDLINGER 1814—1851.

Forslag til nye danske Kunstudtryk i Chemien (1814—15) .....	431
Loven for de electriske Virkninger Svækkelse med Afstanden (1814—15) .....	432
Theorie over Lyset (1815—16) .....	433
Om galvaniske Trugapparater og Gnistudladning i Qviksølv damp (1816—17) .....	436
Om Maaden hvorpaa en Lærebog i Naturlæren burde affattes (1817—18) .....	438
Undersøgelser over Vandets Sammentrykkelighed (1817—18) .....	439
Beretning om Undersøgelser paa Bornholm (1818—19) .....	441
Tanker om Muligheden af at gjøre Træets bedste chemiske Anvendelse mere almindelig (1818—19) .....	442
Om Haarrørene (1819—20) .....	444
Om et nyt Æsk i Peberen (1819—20) .....	444

<sup>1)</sup> [p: pressures.]



Beretning om den anden Undersøgelsesreise til Bornholm (1819—20) . . . .	445
Meddelelse om Electromagnetismens Opdagelse (1820—21) . . . . .	447
Galvanomagnetiske Undersøgelser (1821—22) . . . . .	454
Forsøg over Vandets Sammentrykning (1821—22) . . . . .	455
Forsøg over thermoelectriske Kiæder (1822—23) . . . . .	461
En nye Art af sammensat thermoelectrisk Kjæde (1823—24) . . . . .	462
Bemærkninger over Nordlysets Theorie (1823—24) . . . . .	463
Beretning om nogle Forsøg over Lyset (1823—24) . . . . .	463
Forsøg over den Mariottiske Lov (1824—25) . . . . .	464
Forsøg over Lerjordens Forbindelse med Chlor og Fremstilling af dets Metal (1824—25) . . . . .	465
Om de Forsøg, der endnu burde udføres over Legemernes Sammentrykke- lighed (1825—26) . . . . .	470
Om en Forbedring af Nobilis electromagnetiske Multiplicator (1825—26) .	471
Fortsatte Forsøg over Legemers Sammentrykkelighed (1826—27) . . . . .	472
Om Brugen af den electromagnetiske Multiplikator til Sølvprøven (1826—27)	473
Forsøg over en Forbedring af Ringning med Taarnklokker (1826—27) . .	474
Fortsatte Forsøg over Legemernes Sammentrykkelighed (1827—28) . . . .	476
Nogle Betragtninger over Legemernes indvortes Natur (1828—29) . . . . .	478
Forsøg over Fremstilling af stærke Magneter (1828—29) . . . . .	478
Et nyt electromagnetisk Forsøg mod Ampères Theorie (1829—30) . . . . .	479
Betragtninger over Forholdet mellem Lyden, Lyset, Varmen og Electri- citeten (1829—30) . . . . .	481
Et Redskab til Udmaaling af store Dybder i Havet (1830—31) . . . . .	482
En Bemærkning om Morgen- og Aftenrøde (1830—31) . . . . .	483
Forklaring over Faradays magnetisk-electriske Opdagelse (1831—32) . . .	484
Fortsatte Forsøg over Vandets Sammentrykning (1832—33) . . . . .	485
Magnetiske Iagttagelser i Kjøbenhavn (1834—35) . . . . .	488
Nye Forsøg over den electricke Kjædevirkning (1835—36) . . . . .	490
Over Skypompen (1836—37) . . . . .	492
Tale til Kong Christian VIII (1839) . . . . .	495
Om Haarrørs-virkning (1840) . . . . .	497
Et nyt Vægtstangselectrometer (1840) . . . . .	499
Om Groves Element (1841) . . . . .	500
Anvendelser af galvanisk Metaludfældning (1842) . . . . .	501
Forslag til Undersøgelse af Ebbe og Flod (1842) . . . . .	504
Temperaturen i et Borehul paa 518 Fods Dybde (1842) . . . . .	505
Undersøgelse over Lyset med Hensyn paa det Skjønnes Naturlære (1842)	506
Fortsættelse af Betragtninger over Lyset med Hensyn paa det Skjønnes Naturlære (1843) . . . . .	509
Udvikling af Læren om Glandsen (1843) . . . . .	510
Mindeskrift over v. Møsting (1844) . . . . .	514
Mindeskrift over C. L. Bendz (1844) . . . . .	520
Om Saturns Ringsystem (1844) . . . . .	522
Om et Redskab til at maale Glassets Tykkelse i belagte Speile (1844) . . . .	523

Om Forandringer der foregaaer med Qvægsølv, indsluttet i et lufttæt Rum (1845) .....	525
Beretning om Forsøg over den Varme, som udvikles af Vandet ved dets Sammentrykning (1845) .....	527
Mindeskrift over Henrik Steffens (1846) .....	529
Mindeskrift over J. D. Brandis (1846) .....	540
En undersøgende Dialog, henhørende til det Skjønnes Naturlære (1846) ..	543
Foredrag over Kundskabsevns Væsenseenhed i det hele Verdensalt (1846)	545
Om Faradays diamagnetiske Forsøg (1847) .....	550
Forsøg over Bærekraften i den polytechniske Lærestalts store Elektro- magnet (1847) .....	552
Mindeskrift over W. C. Zeise (1848) .....	555
Tillæg til Mellonis Apparat (1848) .....	565
Forsøg over Luftstrømmes Udstråling (1848) .....	567
Undersøgelser over Diamagnetismen (1848) .....	568
Videre Undersøgelser over Diamagnetismen og disses Resultater (1849)...	574
Om det, som kaldes Uskjønt i Naturen (1850) .....	581
Betragtninger over nogle usynlige Verdenskloders mulige Virkning paa Ætheren (1850) .....	591

---



